



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

**“Diseño de un sistema de generación híbrido para suministrar energía eléctrica
al fundo "Alexis", Pacasmayo-La Libertad-2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Guanilo Esteves, Percy Alex (ORCID: 0000-0001-5531-9156)

ASESOR:

Mg. Reyes Tassara, Pedro (ORCID: 0000-0002-0395-7065)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución de energía

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

*A Dios, por ser mi ser supremo.
A mis amados padres por su inmenso amor
y apoyo incondicional, mi hijo Jorge Alex, y
a mi esposa, por su amor y paciencia
Asimismo, a mis hermanos, familiares y
amigos que se involucraron en esta senda
y me brindaron incondicionalmente su
esfuerzo para cumplir con mi meta.*

Percy Alex Guanilo Esteves

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo por haber aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera.

Un agradecimiento especial a las personas que me han proporcionado toda la información necesaria para elaborar este trabajo.

Percy Alex Guanilo Esteves

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. Introducción	1
1.1. Realidad Problemática.	1
1.1.1 Internacional.....	1
1.1.2 Nacional	3
1.1.3 Local.....	4
1.2. Trabajos Previos	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1.3.1. Energía eólica	7
1.3.2. Potencia del viento.....	7
1.3.3. Potencia generada por un aerogenerador	8
1.3.4. Curva de potencia del aerogenerador provistos por el fabricante	9
1.3.5. Selección del Controlador	10
1.3.6. Energía solar.....	10
1.3.7. Tipos de radiación solar.....	11
1.3.8. Inclinação de paneles fotovoltaico	12
1.3.9. Determinación de las horas solar pico (HPS)	13
1.3.10. Cálculo de la corriente máxima de consumo	13

1.3.11.	Cálculo de la corriente máxima con el factor de seguridad.....	14
1.3.12.	Cálculo de las pérdidas totales en la instalación(Kt).....	14
1.3.13.	Cálculo del consumo máximo (Cmax)	15
1.3.14.	Cálculo del número de paneles fotovoltaicos.....	15
1.3.15.	Selección del regulador fotovoltaico	16
1.3.16.	Capacidad del acumulador del sistema hibrido eólico – solar	16
1.3.17.	Selección del convertidor del sistema hibrido eólico – solar	17
1.4.	Formulación del problema.....	18
1.5.	Justificación del Estudio	18
1.6.	Hipótesis	19
1.7.	Objetivos	19
II.	Método.....	20
2.1	Diseño de Investigación.	20
2.2	Variables, Operacionalización.....	20
2.3.	Población y Muestra.....	22
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	22
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	22
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	23
2.5.	Validez y confiabilidad.....	23
2.6.	Métodos de análisis de datos.....	24
2.7.	Aspectos éticos	24
III.	Resultados.....	25
3.1.	Determinar la demanda máxima del fundo con la proyección que espera a futuro.....	25
3.2.	Determinar el recurso energético.....	26

3.3.	Diseñar el sistema de generación híbrido	29
3.3.1.	Energía generada por el aerogenerador	29
3.3.2.	Energía requerida por el sistema fotovoltaico	31
3.3.3.	Determinar el campo solar	33
3.3.4.	Determinar el banco de baterías	35
3.3.5.	Selección del inversor cargador	38
3.3.6.	Selección del cable	39
3.4.	Realizar una evaluación económica para determinar su rentabilidad	41
3.4.1.	Determinar los costos de materiales, instalación y mantenimiento	41
3.4.2.	Determinar los ingresos por ahorro de energía	42
3.4.3.	Calcular los indicadores económicos	43
IV.	Discusión	45
V.	Conclusiones	48
VI.	Recomendaciones	49
VII.	Referencias.....	50
ANEXOS	55

Índice de Tablas

Tabla 1.- Características Técnicas.	11
Tabla 2.- Inclinação de paneles solares en grados.	13
Tabla 3.- Potencia requerida cada hora del día.....	25
Tabla 4.- Factores de carga y simultaneidad.....	26
Tabla 5.- Coordenadas en UTM y Grados de la ubicación del fundo.	26
Tabla 6.- radiación solar en la zona de estudio.	27
Tabla 7.- Velocidad del viento corregida.	29
Tabla 8.- Potencia que genera el aerogenerador condicionada por el viento.	30
Tabla 9.- Grafica de potencia del aerogenerador E30PRO-ENAIR.....	30
Tabla 10.- Energía generada por el aerogenerador durante las 24 h del día.	31
Tabla 11.- Energía requerida por el sistema fotovoltaico.	31
Tabla 12.- Valores iniciales para factores de pérdidas del factor global de pérdidas.	32
Tabla 13.- Energía de diseño para sistema fotovoltaico.....	33
Tabla 14.- Potencia del campo solar.	34
Tabla 15.- Cantidad de paneles totales.....	35
Tabla 16.- Área que ocupa un panel.	35
Tabla 17.- Capacidad del sistema acumulador.	36
Tabla 18.- Capacidad del campo en amperios hora.....	36
Tabla 19.- Cantidad de ramas de acumuladores en paralelo.	37
Tabla 20.- Parámetros del sistema para seleccionar el inversor cargador.....	38
Tabla 21.- Caída de tensión por tramos.	40
Tabla 22.- Costo de materiales del sistema hibrido.....	41
Tabla 23.- costo de instalación del sistema hibrido.	41
Tabla 24.- Mantenimiento del aerogenerador.....	42
Tabla 25.- Pliego tarifario BT5B.	42
Tabla 26.- Consumo de energía del fundo.	43

Tabla 27.- Ahorro mensual. Fuente: Propia	43
Tabla 28.- Flujo de caja del sistema hibrido.	44
Tabla 29.- Evaluadores económicos.	44

Índice de Figuras

Figura 1: Paso fijo y pérdida aerodinámica	9
Figura 2.- Gráfica de velocidad del viento para la zona de estudio.	28
Figura 3.- Distancias y amperajes en la posición de los paneles.	39

RESUMEN

La presente investigación se basa en la generación híbrida de energía eléctrica para alimentar las cargas eléctricas del Fundo Alexis, este se proyecta con toda su carga realmente ya que en la actualidad no tiene suministro de energía y se dimensiona una central con un generador eólico y un campo fotovoltaico que funcionaran suministrando de manera autónoma energía al fundo, al final de la investigación se concluya realizando una evaluación económica teniendo como resultados un TIR y un VAN positivos el tercer año siendo la central como mínimo para su primera reinversión en el año 8 con el cambio de baterías lo que hace al diseño factible.

.

Palabras clave: Fotovoltaico, Eólico, Generación de energía.

ABSTRACT

The present investigation is based on the hybrid generation of electrical energy to power the electrical loads of Alexis Fundo, this really is projected with all its load since it currently has no power supply and a power plant with a wind generator and a photovoltaic field that will work through the autonomous supply of energy to the farm, at the end and the investigation is concluded by conducting an economic evaluation that will result in a positive IRR and NPV the third year, the plant being at least for its first reinvestment in year 8 with Battery replacement makes the design feasible.

Keywords: Photovoltaic, Wind, Power generation.

I. Introducción

1.1. Realidad Problemática.

1.1.1 Internacional

Debido a la creciente demanda de energía y la crisis energética que se presenta a futuro la matriz de energía peruana requiere un cambio con urgencia debido a su gran dependencia de combustibles fósiles que entre sus utilidades se requiere para la generación térmica. Teniendo en cuenta la gran cantidad de gases de efecto invernadero que se arrojan a la atmósfera debido justamente a la utilización de estos mencionados combustibles fósiles las acciones que se realizan o que se buscan realizar se dirigen para poder reducir el impacto en el ambiente de estos gases y así mejorar en algo el calentamiento del planeta. Visto desde este enfoque en el sector eléctrico se pueden tener varias acciones que apoyan esta misión, desde el simple uso adecuado de la energía para proporcionar ahorro energético y no tener la necesidad de utilizar centrales de energía térmica o en todo caso reducir el uso de estas, hasta la generación de energía eléctrica por medio de recursos renovables, las llamadas energías limpias ya que se establecen como bondadosas al medio ambiente y es bien mencionar que día a día se vuelven más factible de implementar gracias a los avances tecnológicos y la creciente presencia de estas en los mercados locales

(Lagos Gómez , 2015 pág. 2).

Para que un país establezca su desarrollo social es debe mantener una gama de recursos energéticos variados además del desarrollo en tecnologías para aprovecharlo, ya que la sociedad vive y depende de la energía para desarrollar una vida con normalidad, comodidad y seguridad. El aprovechamiento de los recursos fósiles en la antigüedad o en épocas pasadas era desmedida ya que se consideraban que estos eran ilimitados y el impacto que generaban al medio

ambiente era muy reducido, sin embargo el desarrollo social de en todo el mundo ha mostrado que no es así que dicho recurso es agotables y que es el más perjudicial a la atmósfera como consecuencias de su utilización son el calentamiento global y las lluvias ácidas, lo que en el futuro se presiente será la mayor catástrofe que afrontara la civilización como se conoce (De la Cruz, 2014 pág. 23)

En la actualidad se tiene un hondo y copioso conocimiento de cómo se deben utilizar las energías no convencionales para poder brindar energía eléctrica a las zonas rurales en España, ya lleva bastante el tiempo en que los proyectos se enfocan para establecer normativa en el aspecto técnico para poder generar una alternativa rentable y viable en cuanto a la generación por energías no convencionales a las zonas rurales que son las que sufren todavía de índices altos de falta de electricidad. Hoy en día el avance de estas energías conocidas como no convencionales, renovables o alternativas ha tenido un gran alcance en su desarrollo para conseguir que su uso sea real. Por ejemplo, en cuanto a la tecnología fotovoltaica son muy pocos los artículos o máquinas industriales que pueden ofrecer una garantía como la hacen estos módulos que llegan a ser de hasta 20 años volviendo a estas prácticamente garantizadas durante toda su vida útil. Ahora bien, si es que existe costumbre, entendimiento, demanda competitiva de instaladores capacitados y sistemas, normativa técnica, y exigencias en el mercado siendo esta forma de generación una de las más aceptadas en el mercado debido a la demanda de esta tecnología, es en muchas formas que la dirección política es la que tuerce su mirada hacia otro lado para no apuntar al crecimiento prioritario del uso de sistemas o microsistemas de energías no convencionales. Por lo tanto, solo existen tres puntos de vista que se debe mejorar que son el marco regulatorio, la sostenibilidad y el marco económico (Pajares Espejo, 2017 pág. 2).

1.1.2 Nacional

Como se mencionó anteriormente la energía eléctrica es el insumo o servicio más necesario en la sociedad para poder establecer un desarrollo que se considere sostenible en las comunidades rurales para que estas puedan tener los servicios a un nivel razonable de educación, comercio, ganadería, industria y comunicación. Es este el motivo por el cual en la AGNU (La Asamblea General de las Naciones Unidas) determinó en el 2012 como el año en el cual se busca la producción de energía sostenible para todas las personas planteándolo como nombre de dicho año. El Perú siendo uno de los países pertenecientes a dicho conglomerado se formó la tarea teniendo para el 2015 un porcentaje de 93% del territorio nacional con electricidad y en cuanto al sector rural se tiene para ese año un 78% del sector cubierto (MEM/DGER).

Como ejemplo se puede tener un sector rural en el distrito de Mache que se conforma por doce caseríos y un centro poblado de estas comunidades el 12% falta electrificar por lo que se establece que el 88% si cuentan con energía eléctrica. Aunque una de las fuentes más confiables de energía para ellos es la biomasa que se utiliza para calentarse, iluminarse y cocinar (Zavaleta Ibañez, 2016 pág. 10).

En todo el territorio peruano la falta de electricidad está en el sector rural así como sucede en todos los países aun en los desarrollados, comparando la zona rural con la urbana en cuanto al acceso a la electricidad para la zona urbana solo el 10% no cuentan con energía eléctrica siendo muy posible que el acceso a ella será rápido mientras que en la zona rural el 41% no cuenta con energía eléctrica y el acceso a ella es casi imposible, lo que evidencia que en cuanto a electrificación el problema más contundente se encuentra en la zona rural. Así en el Perú la estadística menciona que el 85% de los peruanos que no cuentan con electricidad están o viven en zona rurales donde se muestra los mayores índices de pobreza, enfermedad, analfabetismo y desnutrición. Por ejemplo en el

departamento de Lambayeque las zonas rurales se encuentran sin energía debido a que están alejadas de las redes convencionales de energía que atraviesan las ciudades lo que limita la electrificación (Villalobos Cabrera, 2014 pág. 10).

1.1.3 Local

En el ámbito local el fundo “Alexis” cuenta con un terreno de una área aproximada de 4.8 hectáreas, está ubicado en el distrito de San Pedro de Lloc, provincia de Pacasmayo , región la Libertad a 5 minutos del balneario “el Milagro”, la posibilidades de comercio son elevadas el factor condicionante del fundo es que no cuenta con el suministro de energía eléctrica al estar cerca del balneario y lejos de la urbe de la ciudad las redes complican su proyección para suministrarle energía por lo que para generar negocio requiere de grupos electrógenos siendo el costo de energía sumamente alto aparte de los mantenimiento que se dan al grupo, lo que conlleva también a un gasto en movilidad para ellos cuando ocurre una falla. Se suma a esto el problema que se desconecta para el ahorro económico del fundo lo que causa inseguridad a los moradores del mismo ya que la iluminación la logran mediante otros medios, entre los que cuentan luces con batería y velas de cera.

1.2. Trabajos Previos

En la investigación “Diseño de una Central Eléctrica por medio de paneles solares en la Localidad de El Cardo” que se desarrolló en el distrito de Olmos con el fin de dejar un precedente para demostrar que si se puede electrificar la zona y permitir el desarrollo social y económico sin necesidad de dañar al medio ambiente. La investigación se desarrolló analizando la demanda y la cantidad de energía solar que existe en la zona, después se determinó mediante un levantamiento topográfico los planos donde se ubicaron las casas del sector, después se

dimensionaron los parámetros para la selección de los equipos o tecnología solar, los cuales forman la central y son las baterías, paneles, controlador y regulador. Como resultado de esta investigación se estableció que la central es de 17.41 KW y que todos los elementos están dimensionados para trabajar y brindar esta potencia al centro poblado (Campos Oblitas, y otros, 2015).

En la investigación “Proceso de Generación de Energía Eléctrica a partir de Energía Solar para usar Industrial Caso: Planta de Sacado de Mineral No Metálico” presentado por Bellota para optar con el grado académico de Maestro en Ciencias de Ingeniería Eléctrica, con la finalidad de contribuir en el proceso de generación eléctrica mediante energía solar para uso industrial, así mismo se busca poner un granito de área al compromiso de lucha contra el calentamiento global por ello para estos proyectos se ha dispuesto que se el consumo de energía limpia es decir que su generación no produzca un impacto negativo en el ambiente, para poder brindar energía a los equipos de horneado calcinadores más aun en los lugares donde los parámetros ambientales sean favorables (Bellota Sanchez, 2018).

En el trabajo de investigación “Diseño de Alternativas para la Generación de Energía Eléctrica conectada a la red por medio de energía Solar para el Edificio Almendros de la Universidad Javeriana Cali: Sistema Fotovoltaico o Sistema de Ciclo Rankine con Energía Solar Concentrada” presentado para adquirir el título de Ingeniero Industrial donde se busca por medio de este proyecto realizar un análisis tecnológico y económico en cuanto al aprovechar una fuente de energía ilimitada como lo es el sol para poder generar o desarrollar un sistema que pueda convertir dicha energía después de captarla, la cual se brinda en forma de calor o luz, en energía eléctrica para utilización del servicio eléctrico de las instalaciones de la comunidad estudiantil de la Pontificia Universidad Javeriana Cali (Minotta Marin, y otros, 2017)

En la investigación “Estudio y Análisis de la Generación de energía Eléctrica a partir del paso de vehículos por un Rompemuelle en la Región Puno” presentado

por para la obtención del título de Ingeniero Mecánico Electricista, con el objetivo de aportar al desarrollo de la región de puno con la esta investigación para poder generar energía debido al parque automotor de dicha ciudad, esta propuesta establece por medio de un multiplicador de velocidad, un generador eléctrico y la inercia de una disco generara energía eléctrica a partir de un rompe muelle y el transito sobre él. Desarrollando así una buena propuesta económica y limpia para la generación de energía (Quispe Quispe, 2017).

En el trabajo de investigación “Análisis Energético de un Sistema de Almacenamiento de Electricidad en batería mediante Energías Renovables con características de Modularidad e Intercambiabilidad en vehículos Eléctricos” con el cual buscar la obtención del grado académico de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica, propone el aporte a las energías llamadas alternativas que son sostenibles las cuales se estudian constantemente para su desarrollo en la movilidad interurbana y urbana. Esta investigación determina que en cuando a un balance energético puede contrastar y volver dimensionarle un sistemas para la carga de acumuladores en los autos eléctricos de manera paralela a la producción de energía dentro de la llamada Ventada Fotovoltaica, que garantiza que la electricidad generada para la movilidad eléctrica no sea dependiente de las centrales que trabajan con combustibles fósiles las cuales se muestran en la matriz energética mundial y que además esta ventana fotovoltaica aporta a la disminución de gases de efecto invernadero hacia la atmosfera por parte del sector vehicular (Tebar Martinez, 2017).

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Energía eólica

Una de las energías que produce el sol de manera indirecta es la energía eólica, esta energía no se toma del sol, pero sí de las corrientes de aire que se crean en la atmósfera debido a su recorrido de las zonas de alta presión a las de baja presión que se forman gracias a las diferencias de temperaturas que se generan por la aportación de energía solar térmica a la tierra en distintos puntos de su superficie. La energía eólica es la energía cinética que tiene el viento en su recorrido por la tierra esta es utilizada por medio de su conversión en energía eléctrica (Sostenible, 2016 pág. 25).

1.3.2. Potencia del viento

El aire tiene una densidad de 1.25 kg/m³ a 0 metros sobre el nivel del mar considerando una temperatura de 15°C esta característica se utiliza como estándar para desarrollar referencias en la industria de sistemas eólicos. Por lo que la potencia en teoría del viento se puede modelar como sigue (Garcia Zambrano , 2016 pág. 24):

$$P_{viento} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \text{ [W]}$$

Dónde:

- P : Densidad del aire
- A : Es el área barrida por el rotor (m²)
- V : Velocidad del viento (m/s)

El área que debe tener un roto de un generador eólico establece cuanto de la energía del viento se podrá utilizar para la turbina eólica y no depende del número de palas del aerogenerador (García Zambrano , 2016 pág. 24).

$$A = \frac{\pi D^2}{4} [m^2]$$

Siendo:

D : Diámetro; por lo que la potencia disponible será:

$$P_{viento} = \frac{\pi \cdot \rho \cdot D^2 \cdot V^3}{8} [W]$$

Dónde:

V : Velocidad del viento
D : Diámetro del rotor (m2)
P : Densidad del aire (Kg/m3)

1.3.3. Potencia generada por un aerogenerador

La potencia que se puede tomar el viento se establece por la potencia que puede generar el viento que atraviesa un área determinada y un coeficiente de potencia del aerogenerador, los factores máximos en aerogeneradores han logrado llegar hasta un 59% aproximadamente (De la Cruz Fuentenebro, 2014 pág. 15).

$$P_{aerogenerador} = C_p \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V^3 [W]$$

Dónde:

V : Velocidad del viento (m/s)
 D : Diámetro del rotor (m)
 R : Densidad del aire (kg/m³)
 C_p : Coeficiente de potencia

1.3.4. Curva de potencia del aerogenerador provistos por el fabricante

Esta es una curva característica de cara aerogenerador y aumenta de manera proporcional con la velocidad del viento en ella se puede apreciar que existe una velocidad mínima para que el aerogenerador arranque y del mismo modo una velocidad mínima también para establecer su potencia nominal que coincide casi siempre con la potencia máxima del generador, esta velocidad en la mayoría de los aerogeneradores suele estar comprendida entre 8 m/s a 15 m/s (De la Cruz Fuentenebro, 2014 pág. 15).

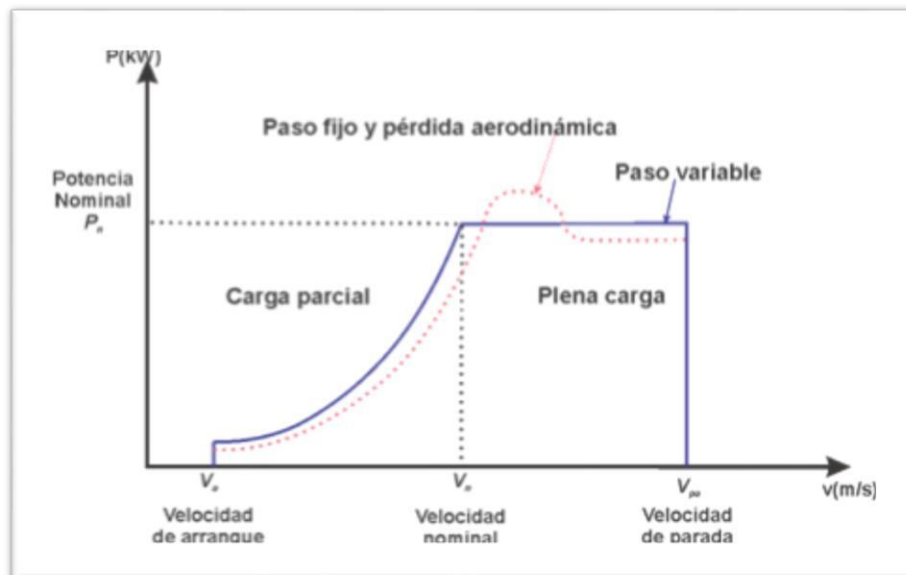


Figura 1: Paso fijo y pérdida aerodinámica

1.3.5. Selección del Controlador

La selección de este dispositivo se referencia a la potencia máxima que tiene el aerogenerador y el voltaje que saldrá de él. De forma general el controlador se especifica por el fabricante del aerogenerador y que trabaja en conjunto con él, el fabricante suele mostrarlos en conjunto para poder tener la menor pérdida de energía (Bocanegra Moo, 2017 pág. 34).

1.3.6. Energía solar

Esta es la energía que emite el sol debido a la constante fusión en la que se ven inmiscuidos los gases que lo componen y que al llegar a la tierra el ser humano la aprovecha para desarrollarse y sobrevivir utilizándola para generar calor y transformarla en electricidad que actualmente es uno de los recursos más importantes en el ámbito mundial. Durante cada año el astro rey envía a la tierra cuatro mil veces más energías que la que puede consumir el planeta, con lo que se considera que el sol tiene un potencial para entregar energía infinita. El sol es captado por la tecnología humana para desarrollar electricidad en muchos casos una de ellas por medios que generan energía del efecto fotovoltaico de la radiación solar este efecto es dependiente de la intensidad que puede capturar la tecnología en un punto determinado de la tierra, así como también depende del año en que se toma la radiación y la latitud del lugar donde se está lo que pondrá en cuenta la orientación de los dispositivos para lograr capturar la mayor energía posible. Esto hace que en la actualidad sea una de las energías más utilizadas y desarrolladas a nivel mundial (Morales Maldonado, 2018 pág. 129).

Otro de los aspectos de esta energía renovables es también el uso que se le da a la parte térmica de la radiación ya que se también se utiliza para generar calor y como se menciona la otra forma es mediante el aprovechamiento del efecto

fotovoltaico para generar electricidad de manera directa mediante paneles compuestos por células solares o fotovoltaicas que liberan energía eléctrica al ser incidir sobre ellas la radiación fotovoltaica del sol (Morales Maldonado, 2018 pág. 129).

Tabla 1.- Características Técnicas.

Item	Características Técnicas
1	1000 W - 24 V
2	1500W-24V
3	2000W-120V
4	2000W-48V
5	2000W-24V
6	3000W-120V
7	3000W-48V
8	5000W-120V
9	5000W-48V
10	10KW-240V

Fuente: Morales, 2018, p.129

1.3.7. Tipos de radiación solar

a) Radiación Directa.

Esta es la radiación solar que incide de manera directa como lo menciona su nombre sin tener ninguna irregularidad por un cambio de Angulo o interrupción de algún tipo en su camino a la tierra u objeto (Lagos Gòmez , 2015 pág. 30).

b) Radiación Difusa

Esta es la parte de radiación solar que al atravesar la atmosfera se refleja o se absorbe por las nubes que flotan en ella, esta radiación se reparte en todas las direcciones ya que se da como resultado de la absorción y reflexión de las nubes en la atmósfera, aunque para ser justos no solo las nubes realizan estas acciones sino también una serie de solidos que se encuentran suspendidos en el espacio que circula la atmosfera como partículas de polvo y los sólidos que puede atravesar para llegar a la tierra. Este tipo de radiación no genera sombra en la

materia que se interpone en su camino sino que la atraviesa o es absorbida por ella (Lagos Gómez , 2015 pág. 30).

c) Radiación Reflejada

Esta es la radiación que se refleja por la superficie terrestre, la cantidad de radiación reflejada es dependiente de la absorción que tiene el terreno o la superficie. Cabe mencionar que las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben mientras que pasa lo contrario con las superficies horizontales (Lagos Gómez , 2015 pág. 30).

d) Radiación global

Esta como lo menciona su nombre es la radiación total que suma los tres tipos de radiaciones antes descritos en días que están despejados la radiación dominante en la global es la radiación difusa mientras que en un día nublado la radiación directa es cero y en su totalidad la radiación global se compone de radiación difusa (Lagos Gómez , 2015 pág. 30).

1.3.8. Inclinación de paneles fotovoltaico

A lo largo del año la incidencia del sol no tiene la misma característica por lo que el ángulo optimo que tiene un panel solar debe variar en referencia al día y a la estación por lo que deberá estar siempre en función de la latitud del lugar, en la siguiente tabla se muestran ángulos de inclinación referenciados al lugar donde está el sistema (Lagos Gómez , 2015 pág. 33):

Tabla 2.- Inclinación de paneles solares en grados.

Latitud del Lugar	Ángulo en invierno	Ángulo en verano
0 a 15°	15°	15°
15° a 25°	Latitud	latitud
25° a 30°	Latitud + 5°	Latitud - 5°
30° a 35°	Latitud + 10°	Latitud - 10°
35° a 40°	Latitud + 15°	Latitud - 15°
>40°	Latitud + 20°	Latitud - 20°

Fuente: Eurosolar

1.3.9. Determinación de las horas solar pico (HPS)

Las horas solares pico son una característica del lugar y referencia a la cantidad de energía que puede determinar el panel a una irradiancia de 1000 kW/m² durante una hora su valor se promedia entre 3 a 7 horas diarias y se modela con la siguiente ecuación (Quezada Montenegro , 2014 pág. 46):

$$HPS = \frac{H}{I} [h]$$

Dónde:

H : Radiación solar (kwh/m²)

I : Irradiancia solar (KW/m²)

Normalmente la irradiación que se usa para fabricar los panes es de 1000 W/m² o 1kW/m² por lo que las horas solares pico al dividir la radiación entre esta irradiancia será del mismo valor que la radiación (Quezada Montenegro , 2014 pág. 46).

1.3.10. Cálculo de la corriente máxima de consumo

Esta corriente se calculada de considerando la demanda o potencia máxima de la carga y considerando la tensión de la batería se puede considerar valores de

tensión comunes entre 12 V, 24V y 48V u otros voltajes que pueda considerar el diseñador (Castañeda Santa Cruz, 2016 pág. 65):

$$I_{inst.max} = \frac{P_{max}}{V_{bateria}} \left[\frac{Ah}{dia} \right]$$

1.3.11. Cálculo de la corriente máxima con el factor de seguridad

La corriente máxima está en función de la demanda considerándose un aumento del 10% de la intensidad de consumo ($I_{inst.max}$) como un factor de seguridad

$$I_{max} = 1.1 \times I_{inst.max} \left[\frac{Ah}{dia} \right]$$

1.3.12. Cálculo de las pérdidas totales en la instalación(Kt)

Se debe tener en cuenta las posibles pérdidas en la instalación para ello se debe calcular las perdidas Kt (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68):

$$K_T = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \cdot \left[1 - \frac{(K_A - D_{aut})}{P_d} \right]$$

Las diferentes incógnitas de la ecuación de pérdidas totales son:

KA: perdidas debido a la autodescarga diaria de la batería, dada a los 20 °C (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68).

KB: perdidas debido al rendimiento de la batería que, por lo general, tiene un valor del 5% (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68).

Kc: pérdidas debido al rendimiento del convertidor utilizado, es decir, principalmente en instalaciones de 220 voltios (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68).

KR: pérdidas debido al rendimiento del regulador empleado. Por lo que las pérdidas serán de un 10% (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68).

Kx: otras pérdidas no contempladas (caídas de tensión); se escoge un valor por Defecto del 10% (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68).

Daut: días de autonomía con baja o nula insolación (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68).

Pd: profundidad de descarga de la batería, que vendrá dada por el fabricante de las baterías (Salamanca Gaviria, 2016 pág. 68).

1.3.13. Cálculo del consumo máximo (Cmax)

Una vez, calculadas las pérdidas, se debe que calcular el consumo máximo (C_{max}) como el cociente máximo (I_{max}) entre las pérdidas totales (K_T) (Pacheco Torres, 2014 pág. 99):

$$C_{max} = \frac{I_{max}}{K_T} \left[\frac{Ah}{dia} \right]$$

1.3.14. Cálculo del número de paneles fotovoltaicos

Conociendo la corriente que suministra el panel (E_{panel}) y el consumo máximo (C_{max}), se calcula el número de ramas necesarias utilizando la siguiente ecuación (Ramos López, 2014 pág. 63):

$$Número_{paralelo,panel} \geq \frac{C_{max}}{E_{panel}}$$

Se utiliza la siguiente ecuación teniendo en cuenta la tensión del banco de baterías ($V_{bateria}$) y la tensión nominal del módulo fotovoltaico (V_{panel}) (Ramos López, 2014 pág. 63).

$$Número_{serie,panel} \geq \frac{V_{bateria}}{V_{panel}}$$

1.3.15. Selección del regulador fotovoltaico

Los datos necesarios para la selección del regulador son (Salazar Espinoza, 2014 pág. 29):

- Tensión nominal: tensión de trabajo (12, 24, 48 Voltios).
- Corriente máxima (*eg*): La máxima intensidad que soporta el regulador.

El cual se detalla en la siguiente ecuación

$$I_{regulador} = 1.1 \times I_{campo-fotovoltaico} [A] \text{ Ecuación 14}$$

Para obtener el número de reguladores a conectar en paralelo, se obtiene la siguiente ecuación:

$$numero \ de \ reguladores = \frac{I_{regulador}}{I_{reg}}$$

1.3.16. Capacidad del acumulador del sistema híbrido eólico – solar

$$C_{bateria} \geq \frac{(P_{max}) \times D_{aut}}{(V_{bateria}) \times (P_d)} [Ah]$$

Dónde:

P_{max} = potencia máxima

P_d = profundidad de descarga de la batería

D_{aut} = Días autonomía

$V_{bateria}$ = Tensión de la batería [V]

Se conoce la capacidad que debe tener el banco de baterías y teniendo las especificaciones de la batería que pretende seleccionar, se obtiene el número de baterías necesarias, tanto en serie como en paralelo (Santos Villalobos, 2019 pág. 73).

$$Número_{paralelo,bateria} \geq \frac{C_{bateria}}{C_{nominal}}$$

El número de baterías en serie vendrá determinado por el valor de la tensión de la instalación ($V_{bateria}$) y el valor de la tensión nominal de la batería ($V_{nominal_bateria}$) (Santos Villalobos, 2019 pág. 73).

$$Número_{serie,bateria} \geq \frac{V_{bateria}}{V_{nominal_bateria}}$$

1.3.17. Selección del convertidor del sistema hibrido eólico – solar

Para la potencia del convertidor de corriente continua a alterna o inversor, se elegirá el inversor cuya potencia nominal o de salida sea el valor inmediatamente superior (Santos Villalobos, 2019 pág. 73).

1.4. Formulación del problema

¿El diseño de un sistema de generación híbrido podrá suministrar energía eléctrica al fundo “Alexis”, Pacasmayo- La Libertad-2019?

1.5. Justificación del Estudio

Justificación Tecnológica

La justificación tecnológica se da debido a que los resultados establecieron un proceso de cálculo específico para una ubicación que no contiene aun tecnologías como el sistema híbrido que se propone así se han obtenido conocimientos en el ámbito tecnológico debido a la selección de equipos como ya se dijo de manera muy específica para el fundo Alexis. Durante el procedimiento de cálculo se pudo determinar la capacidad de generación eólica mediante un aerogenerador y completando la demanda por medio de recurso solar se pudo determinar los dispositivos idóneos y específicos para la generación híbrida.

Justificación Ambiental

La justificación se da ya que la Generación Híbrida (eólica-fotovoltaica) permitió establecer un diseño que permitirá la generación de energía limpia por medio del aprovechamiento del viento y el recurso solar, es decir que la energía que se pueda generar por este sistema será no contaminante por que aprovecha un recurso renovable y no genera un impacto negativo en el medio ambiente.

Justificación Social:

El efecto social que emerge de esta investigación y la justifica a este nivel es el brindar energía eléctrica al fundo Alexis y así permitir que este se desarrolle involucrado que el desarrollo del comercio en el fundo también abarcara a los

propietarios del fundo que aumentaran su calidad y estatus de vida y así también la de los trabajadores que radican y viven del fundo ampliando sus niveles de calidad de vida

Justificación Económica:

La justificación económica se da debido a que el desarrollo de un proyecto de esta índole involucra que el comercio en el fundo aumente y por ende aumente el ingreso económico a los propietarios y trabajadores del fundo. Además, que puede ser como un antecedente para que los fundos o pobladores de la zona que carecen de energía opten por proyectos de este tipo que originara aumento de ingresos económicos.

1.6. Hipótesis

Si se diseña un sistema de generación híbrido entonces se podrá suministrar energía eléctrica al fundo "Alexis", Pacasmayo- La Libertad-2019".

1.7. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de generación híbrido para suministrar energía eléctrica al fundo "Alexis", Pacasmayo- La Libertad-2019.

Objetivos Específicos.

- Determinar la demanda máxima del fundo con la proyección que espera a futuro.
- Determinar el recurso energético.
- Diseñara el sistema de generación híbrido
- Realizar una evaluación económica para determinar su rentabilidad.

II. Método

2.1 Diseño de Investigación.

Tipo de investigación

La investigación que se muestra es aplicada ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación pretenden solucionar un problema práctico y descriptivo ya que los datos se recogerán tal y cual ocurren por observación directa.

Diseño

El tipo de diseño será no experimental porque no se manipularán las variables.

2.2 Variables, Operacionalización

Variable independiente

Diseño de un sistema de generación híbrido.

Variable dependiente

Generación de energía eléctrica

Operacionalización de las variables

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Diseño de un sistema de generación hibrido	La combinación de fuentes de viento y solar PV tiene la ventaja que las dos fuentes se complementan.	Determinar la demanda requerida	kWh kW	Razón
		Diseñara el sistema fotovoltaico	kW	Razón
		Diseñar el sistema eólico	kW	Razón
Variables dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Generación de energía eléctrica.	Para determinar la energía eléctrica generada, se debe estipular la cantidad de kw/h que se genera con un volumen específico de biogás. (Baculima, M y Rocano, G. 2015, 61)	Energía generada por el sistema fotovoltaico	kWh	Razón
		Energía eléctrica generada por paneles	kWh	Razón

2.3. Población y Muestra

Población y muestra

En esta investigación la población es la misma que la muestra y será dada por:

- Cargas proyectadas para el fundo
- Radiación solar en la zona
- Velocidades de viento en la zona

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Observación directa

Se irá al lugar donde se ejecutará el proyecto para determinar la demanda de energía.

Análisis de Documentos

Se tendrá como referencias la información recolectada de fuentes escritas (tesis de otros autores), al igual que los artículos científicos, paginas nacionales e internacionales.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Guías de observación

Se utilizarán para determinar las cargas del fundo que existan actualmente, así como las medidas de este.

Ficha de análisis de documentos

Se utilizará:

- Ficha para recoger datos sobre las velocidades del viento según las mediciones de la NASA.
- Ficha para recoger la radiación en la zona según la página web de la NASA.
- Para recoger de catálogos los parámetros técnicos del equipo para el dimensionamiento del sistema solar y eólico.

2.5. Validez y confiabilidad

Validez: La validez de los instrumentos será dada por la aprobación de tres especialistas en el área

Confiabilidad: Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.6. Métodos de análisis de datos

El método que se utilizará en este proyecto es el método deductivo, porque el resultado de lo que se quiere lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar, se utilizara estadísticas descriptiva y no inferencial.

2.7. Aspectos éticos

El presente proyecto es original puesto que se ha respetado la originalidad de los autores de las tesis y que los datos recopilados para realizar este estudio han sido citados correctamente.

III. Resultados

A. Determinar la demanda máxima del fundo con la proyección que espera a futuro.

En el fundo no se cuenta con suministro de energía, pero siendo un bien que se proyecta para ser un atractivo de la zona se cuenta con la proyección de su instalación y sus cargas que tendrá que suministrar el sistema que se propone en esta investigación.

La demanda es la potencia que deberá suministrar el sistema de generación híbrida por lo que se debe tener en cuenta cuanto es la máxima potencia que se utilizar durante el día así en el sistema tendrá que tener la capacidad de suministrarla para esto se determinó mediante el consumo de cada carga en el tiempo de encendido cuando es que estas requieren energía en el lapso el del día.

En el anexo 1 se puede ver los cuadros de carga y de consumo del fundo durante un día, así se determina la potencia instalada, la máxima demanda y el consumo de energía y con estos los coeficientes de consumo como son el factor de carga y el factor de simultaneidad.

Tabla 3.- Potencia requerida cada hora del día.

HORA	Potencia	HORA	Potencia
00:00:00	1750	12:00:00	102
01:00:00	3430	13:00:00	1710
02:00:00	1750	14:00:00	1230
03:00:00	3430	15:00:00	1710
04:00:00	1750	16:00:00	30
05:00:00	3430	17:00:00	1710
06:00:00	1272	18:00:00	2482
07:00:00	1680	19:00:00	4840
08:00:00	2980	20:00:00	3160
09:00:00	4690	21:00:00	4840
10:00:00	3010	22:00:00	1780

11:00:00	1710	23:00:00	1940
----------	------	----------	------

Fuente: Propia

Los factores de carga y simultaneidad son:

Tabla 4.- Factores de carga y simultaneidad

Máxima demanda	4840	W
Potencia instalada	9092	W
Energía	40494.74	Wh
FC	0.35	
FS	0.53	

B. Determinar el recurso energético.

Para determinar la radiación solar recurrimos a las coordenadas del fundo con estas se recoge los datos de la web interactiva de la NASA la radiación solar en la zona.

Tabla 5.- Coordenadas en UTM y Grados de la ubicación del fundo.

	X	Y
UTM	658002	658188
GRADOS	-79.57	5.92

Fuente: Propia

Con estas coordenadas y la base de datos de la nasa se recoge la radiación para todo el año 2018.

Tabla 6.- radiación solar en la zona de estudio.

Mes	Radiación
	kWh/m ² /d
Enero	5.62
Febrero	5.54
Marzo	5.78
Abril	5.34
Mayo	4.89
Junio	4.52
Julio	4.44
Agosto	4.92
Setiembre	5.63
Octubre	5.92
Noviembre	5.97
Diciembre	5.83
Anual	5.37

Fuente: Propia

Para los cálculos del sistema híbrido se tomará la radiación solar más baja para establecer que se pueda generar energía aun teniendo el dato más crítico.

Para el recurso eólico se recogió la base de datos del SENAMHI se las corrientes de aire en la zona de Pacasmayo también para el año 2018 teniendo.

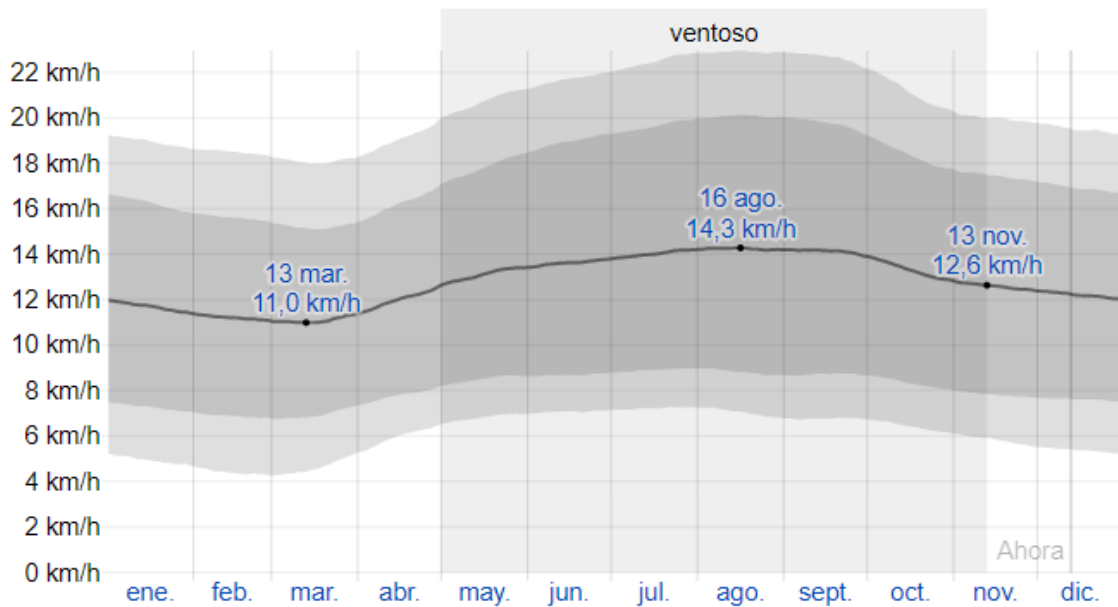


Figura 2.- Gráfica de velocidad del viento para la zona de estudio.

A diferencia del recurso solar que nos da un valor directamente trabajable ya que la radiación se establece como energía por unidad de área el recurso a eólico no tiene esa facilidad por lo que se debe realizar el cálculo real de la energía aprovechable.

Debido a que los aerogeneradores se deben utilizar a una altura determinada la velocidad del viento debe ajustarse a esta velocidad mediante la ecuación de HELLMAN.

$$V(h) = V_{ref} \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^{\alpha}$$

Dónde:

- V (h) : Velocidad promedio del viento no conocida a una altura (m/s)
- V_{ref}. : Velocidad promedio del viento conocida a una altura (m/s)
- H : Altura a la que se desea conocer V (h) (m)

Href. : Altura a la que se midió Vref. (m)

α : Coeficiente de rugosidad.

Según el dispositivo que se utiliza como estación para la toma de medidas no está a más de 9 metros sobre el suelo, según el antecedente el factor de rugosidad para terrenos rústicos que es lo que justifica la ubicación del fundo debe ser 0.2 (Rivera Ponce de Leon, 2018 pág. 61).

Los aerogeneradores como el Zonhan zh2.0 o el EXMORK que son dispositivos para este tipo de aplicaciones y existentes en el mercado peruano. Consideran una altura en su instalación no ser mayor a 10 m por lo que según la ecuación de Hellman se corrige la velocidad del aire a esta altura.

Tabla 7.- Velocidad del viento corregida.

V (h)	3.06	m/s
Vref.	3.61	m/s
H	5	m
Href.	10	m
α	0.2	

Se tomó la velocidad mínima que se genera en la zona de decir 11 km/h lo que equivale a su conversión en 3.06 m/s lo que da en 9.57 km/h

C. Diseñar el sistema de generación híbrido

1. Energía generada por el aerogenerador

Primero se determinará cuanta energía puede generar el aerogenerador por medio de la curva característica del mismo, debe seleccionar un aerogenerador referente a la velocidad del viento que se tiene esta debe ser como mínimo la velocidad que necesita el aerogenerador para arrancar se

elige el dispositivo E30PRO-ENAIR cuya ficha técnica se anexa a este informe este tiene una velocidad de arranque de 2 m/s.

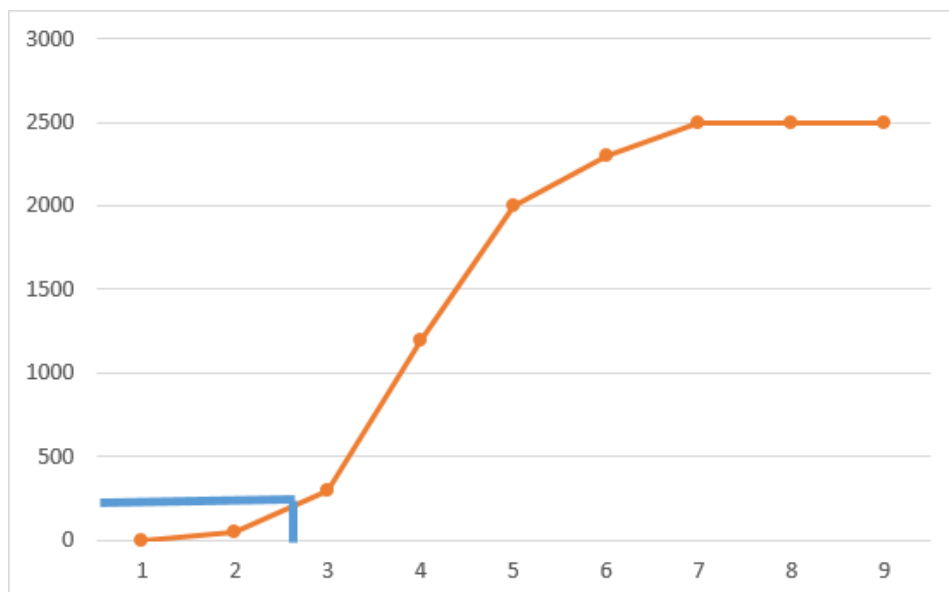
Tabla 8.- Potencia que genera el aerogenerador condicionada por el viento.

Velocidad	Pot
m/s	W
0	0
2.5	50
5	300
7.5	1200
10	2000
12.5	2300
15	2500
17.5	2500
20	2500

Fuente: Ficha Técnica del aerogenerador E30PRO-ENAIR

Si se gráfica y se le añade la velocidad mínima se puede determinar que potencia se puede generar con el viento mínimo que se presenta en la zona.

Tabla 9.- Gráfica de potencia del aerogenerador E30PRO-ENAIR.



Fuente: Ficha Técnica del aerogenerador E30PRO-ENAIR

En la gráfica se puede apreciar que se genera 260 W de potencia con la velocidad de viento mínima en la zona.

Debido a que es la mínima velocidad de viento que se encontrará se multiplicará por las 24 horas que el aerogenerador trabajará así se podrá determinar la energía que podrá aportar el generador al sistema.

Tabla 10.- Energía generada por el aerogenerador durante las 24 h del día.

Velocidad min	2.66	m/s
Tiempo	24	h
Potencia min	260	W
Energía generada	6240	Wh

Fuente: Propia

2. Energía requerida por el sistema fotovoltaico

Para determinar la energía requerida por el sistema fotovoltaico se obtendrá la diferencia entre la energía que se requiere y la que aporte el aerogenerador.

Tabla 11.- Energía requerida por el sistema fotovoltaico.

Energía Requerida	40494.74
Energía Aerogenerador	6240.00
Energía fotovoltaica	40494.74

Fuente: Propia

Par el sistema fotovoltaico tiene que considerarse una adecuación de esta energía ya que el sistema debido a sus componentes tiene pérdidas de energía así según el Cantos Serrano (2016) en su literatura explica que se debe aplicar un factor global de pérdidas que se compone de factores de pérdidas para diferentes partes del sistema fotovoltaico.

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v)(1 - k_a \frac{N}{P_d})$$

Dónde:

- k_b : Factor de pérdidas en el conjunto batería y regulador
 k_c : Factor de pérdidas del inversor
 k_v : Factor de pérdidas varias
 k_a : Coeficiente de autodescarga diaria de las baterías
 N : Número de días de autonomía
 P_d : Profundidad de descarga de las baterías

Debido a que no se tienen datos exactos para estos factores el mismo autor de donde se recoge la formula establece unos como base que aseguran la correcta aproximación a los valores reales.

Tabla 12.- Valores iniciales para factores de pérdidas del factor global de pérdidas.

R	0.686875
k_b	0.1
k_c	0.1
k_v	0.1
k_a	0.005

Fuente: Propia

El valor de la profundidad de descarga se tomó según la ficha técnica de las baterías donde se puede ver que a 50% la batería durara 7 años para su cambio si es que se toma en cuenta 2 días de autonomía que aunque la recomendación es de 3 se tomó en consideración los días de autonomía que se utilizaron en los antecedentes de esta investigación.

Considerando el factor global de pérdidas la energía requerida por el sistema fotovoltaico será.

$$E = \frac{ET}{R}$$

Dónde:

E : La energía de diseño para sistema fotovoltaico

Et : La energía del fotovoltaica

R : Factor global de perdidas

Se tiene:

Tabla 13.- Energía de diseño para sistema fotovoltaico.

E	59.03	kWh
ET	40.49	kWh
R	0.69	

Fuente: Propia

3. Determinar el campo solar

Para determinar el campo solar se deben encontrar las HSP que son las horas que el panel podrá entregar toda su potencia estas se calculan a base de la radiación incidente considerando la irradiancia con la que se fabrican los paneles solares que es de 1000 kW/m² para lo que se tiene que tomar la menor radiación que aparezca en el año.

Las horas pico dividiendo la radiación entre la irradiancia del panel así las horas pico solares serán de igual valor que la radiación teniendo que en el mes de julio con una radiación promedio mínima de 4.44 kWh/m² al día se tendrán 4.44 HSP.

Teniendo las HSP se calcula la potencia del campo solar

$$PpC = \left(\frac{E}{HSP}\right)$$

Dónde:

PpC : Potencia del campo solar

HSP : Hora solar pico

E : La energía de diseño para sistema fotovoltaico

Se tiene:

Tabla 14.- Potencia del campo solar.

PpC	13.30	kW/m2/dia
HSP	4.44	h
E	59.03	kWh/m2/dia

Fuente: Propia

Se calculan los paneles que deben estar en serie para lograr el voltaje del sistema, se debe considerar desde ya un voltaje de sistema después de revisar los paneles de los proveedores cercadnos se determinó que para el cálculo se utilice 24 V como voltaje del sistema y se selecciona el panel solar 325W 24V Talesun Policristalino. Por ser el de mayor salida por el proveedor que se consideró cercano al área de la investigación.

Con este panel se determina que solo se requerirá un panel para lograr el voltaje no se pondrán ningún en serie más. Por lo que ahora se calcula la cantidad de paneles dividiendo la potencia requerida por el campo solar entre la potencia del panel.

Tabla 15.- Cantidad de paneles totales.

NPt	40.91	Unidades
PpC	13295.10	W
Wp	325	W

Fuente: Propia

La cantidad de paneles no puede ser un numero fraccionario debido a que el panel no se puede fraccionar se tomara el más cercano superior teniendo así una cantidad total de 41 paneles.

Se determina si el fundo cuenta con el área suficiente para abarcar los 41 paneles en la azotea de la construcción, primero se determinó el área que ocupa un panel.

Tabla 16.- Área que ocupa un panel.

Área	1.94432	m ²
Largo	1.96	m
Ancho	0.992	m

Fuente: Propia

Multiplicándolo por la cantidad de paneles se tiene un área total de 79.71 m² considerando que la parte construida tiene un frontis de 12 metros y 35 metros de fondo el área que se puede utilizar para colocar los paneles y por es de 420 m². Se puede determinar que será suficiente espacio para colocar el campo solar sin utilizar terreno de chacra.

4. Determinar el banco de baterías

Para determinar la cantidad de baterías que se utilizaran se debe determinar cuánto es la capacidad del sistema acumulador considerando que no solo se almacenara la energía del sistema fotovoltaico sino toda la energía que se requiere en el fundo así se tendrá el sistema autónomo con suficiente consideración para que trabaja aun en las peores condiciones para esto se

calcula la energía con la cual se determinara el número de baterías, considerando la profundidad de descarga y los días de autonomía

$$C_N = \frac{E \cdot N}{P_d}$$

Dónde:

Cn : Capacidad del sistema acumulador

E : Energía de diseño

N : Días de autonomía

Pd : Profundidad de descarga

Tenemos:

Tabla 17.- Capacidad del sistema acumulador.

Cn	236120.93	Wh
E	59030.23	wh/dia
N	2	dia
Pd	0.5	

Fuente: Propia

Convertimos la energía en watt hora (Wh) a capacidad en amperios hora (Ah) dividiéndola entre el voltaje del sistema que es 24V y se tiene la capacidad instalada que debe tener el banco de baterías.

Tabla 18.- Capacidad del campo en amperios hora.

Cnt_Ah	9838	Ah
CNT	236121	Wh
Vns	24	V

Fuente: Propia

Se debe hacer una elección del acumulador a seleccionar para el cálculo si este no hubiera respondido de manera positiva en la evaluación económica se hubiera elegido otra opción, pero no fue el caso así que se tubo UP-GC42 Mechanical Characteristics -2RE de 24 V y 1700 Ah cada acumulador.

Primero al igual que los paneles se debe lograr el voltaje del sistema elegido debido a que cada acumulador es de 2V se deberá colocar 12 de estos en serie para poder lograr los 24V que demanda la instalación. Así se formará una rama de 24 voltios y 1700 Ah (la cual está formada por 12 acumuladores de 2V).

La cantidad de estas ramas que se deben colocar en paralelo para lograr la capacidad que requiere el sistema se logra dividiendo la capacidad del sistema entre la capacidad de cada rama que al formada por baterías en serie tendrá la misma capacidad que una de estas baterías.

$$NR_P = \frac{C_n}{C_b}$$

Dónde:

NRp : Numero de Ramas de acumuladores en paralelo.

Cn : Capacidad del sistema acumulador.

Cb : Capacidad del acumulador elegido.

Se obtiene:

Tabla 19.- Cantidad de ramas de acumuladores en paralelo.

NRp	5.79	unid
Cn	9838.37	Ah
Cb	1700	Ah

Fuente: Propia

Como se estableció que cada rama debe tener doce baterías para lograr el voltaje del sistema estas ramas no se pueden fraccionar por lo tanto se tendrá que tomar el número de ramas más cercano superior al 5.79 que sea entero, así que se deberán colocar 6 ramas en paralelo de 12 acumuladores en serie.

El total de acumuladores que se utilizaran será la multiplicación de las ramas en paralelo y las baterías en serie que daría un total de 72 baterías.

5. Selección del inversor cargador

Se eligió la tecnología más acorde al diseño de este sistema ya que existe un sistema de inversión y controlador que funciona a la misma tecnología para su selección se debe tener en cuenta los voltajes a los que trabajara y la potencia de salida.

Tabla 20.- Parámetros del sistema para seleccionar el inversor cargador.

Voltaje DC	24	V
Voltaje AC	220	V
Potencia carga	4.84	kW

Fuente: Propia

Considerando que si se eligiera un controlador aparte se debería multiplicar por un factor de diseño de 1.25 según como lo muestran los antecedentes de esta investigación la potencia que debería suministrar el inversor sería de 6.05kW. con lo que se seleccionó el inversor cargador PV30-6KW MPK el cual trabaja bajo estas condiciones teniendo un pequeño error de 0.05 kW lo cual siendo este parte del factor de diseño se aceptara que pueda trabajar un factor de diseño 1.23 lo cual no afectaría en gran medida la seguridad de la instalación.

El otro factor por el cual se seleccionó este inversor cargador es que tiene la alternativa del ingreso de una fuente de energía externa en este caso será el aerogenerador que tiene una configuración de salida para 220V.

6. Selección del cable

Para evaluar la selección de los cables se tendrá en cuenta solo para el sistema fotovoltaico que según la normativa internacional para los paneles al inversor no debe ser mayor del 3% y para el resto de la instalación al 1% (IDAE, 2014).

Para la justificación del cable a usar para las conexiones se tomará de acuerdo a la instalación que se presenta en los anexos según está tomando la última rama de paneles y considerando que esta tiene 5 se analiza la selección de la sección del cable ya que en este escenario se registraría la posición más crítica en cuanto a caída de tensión las distancias y amperajes son como se presentan en la figura a continuación.

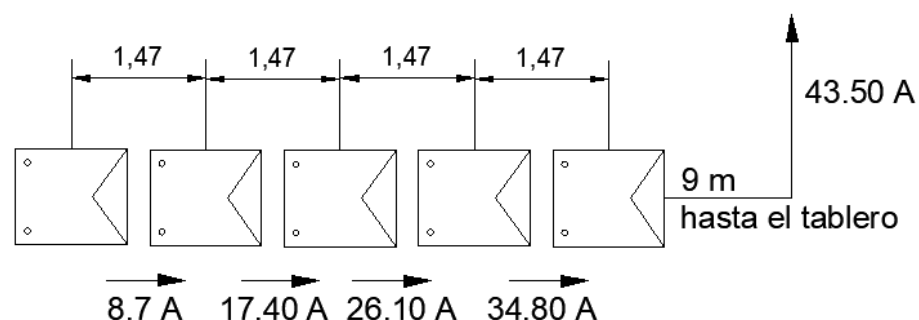


Figura 3.- Distancias y amperajes en la posición de los paneles.

Debido a la carga se seleccionará cables de 4 mm² de calibre que soporta hasta 36 A amperios en ducto y de 6 mm² que soporta hasta 44 A en ducto

así nos daría para cada tramo según la sección del conductor en ese tramo calculado bajo la fórmula.

$$\Delta V = \frac{2LI\rho}{S}$$

Dónde:

S : Sección del cable mínima (mm²)
 L : Longitud (m)
 I : Intensidad (A)
 ΔV : Caída de tensión admisible (V)
 ρ : Resistividad del cobre (0.0175 W mm²/m)

Se tiene:

Tabla 21.- Caída de tensión por tramos.

Tramos	L	I	S	Va-Vb
1	1.44	8.70	4.0	0.0112
2	1.44	17.40	4.0	0.0224
3	1.44	26.10	4.0	0.0336
4	1.44	34.80	6.0	0.0298
5	9	43.50	6.0	0.2331

Fuente: Propia

En total se llega a tener una caída de tensión de 0.33 siendo esta 1.4%. con lo que se justifica que si la rama más crítica está dentro de lo restringido por la norma las demás ramas también lo estarán.

D. Realizar una evaluación económica para determinar su rentabilidad

1. Determinar los costos de materiales, instalación y mantenimiento

Los costos se desagregaron en tres tipos, los de materiales están sujetos a las consultas con los proveedores más cercanos a la zona. Teniendo para un costo solo en materiales de:

Tabla 22.- Costo de materiales del sistema hibrido.

Ítem	Materiales	Und.	Metrado	Precio	Parcial
1	Paneles solar	41.00	unid	S/ 956.02	S/ 39,196.82
2	Inversor solar	1.00	unid	S/ 5,373.60	S/ 5,373.60
3	Baterias	72.00	unid	S/ 1,125.00	S/ 81,000.00
4	cable 4 mm2	52	m	S/ 1.20	S/ 62.21
5	cable 6 mm2	81.00	m	S/ 1.50	S/ 121.50
6	Soporte	1.00	glb	S/ 750.00	S/ 750.00
7	tablero autosoportado	1.00	unid	S/ 500.00	S/ 500.00
8	Tubo de 4 pulgadas para soporte	1.00	glb	S/ 360.00	S/ 360.00
9	Aerogenerador	1.00	glb	S/ 219,725.00	S/ 219,725.00
Total					S/ 347,089.13

Fuente: Propia

Del mismo modo los precios de instalación están sujetos a las cotizaciones que se hicieron en proveedores de la zona.

Tabla 23.- costo de instalación del sistema hibrido.

Ítem	Materiales	Und.	Metrado	Precio	Parcial
1	Instalación del aerogenerador	1.00	glb	S/ 1,200.00	S/. 1,200.00
2	instalación de paneles solares	41.00	glb	S/ 35.00	S/. 1,435.00
3	Instalación del soporte para paneles	1.00	glb	S/ 350.00	S/. 350.00
4	Instalación de baterías	72.00	glb	S/ 8.00	S/. 576.00
5	instalación del tablero de distribución	1.00	unid	S/ 125.00	S/. 125.00
Total					S/. 3,686.00

Fuente: Propia

El ultimo costo que se debe prever es de mantenimiento no se considera operación ya que la central es autónoma y a tecnología fotovoltaica es estática, solo el aerogenerador tiene movimiento, pero como está construido para funcionar en una central hibrida sus condiciones de operación hacen que no se requiera personal para su funcionamiento.

En cuanto el mantenimiento existirá el mantenimiento preventivo que en cuanto al sistema solo involucra limpieza de manera muy particular para los paneles solo mantenerlos sin polvo, para las baterías cambio de agua cada año costo muy irrisorio para tomarlo en cuenta, y para el generador ningún mantenimiento diario más si uno semestral que involucra engrase y limpieza general.

Tabla 24.- Mantenimiento del aerogenerador.

Semestral	1	Glb	350
Anula	1	Glb	700

Fuente: Propia

2. Determinar los ingresos por ahorro de energía

Los ingresos por ahorro de energía equivalen a la energía que produce la central y requiere el fundo debido a que no será comprada del concesionario de la zona por lo tanto se toma el pliego tarifario al cual pertenecería el fundo cuando lleguen las redes de distribución.

Tabla 25.- Pliego tarifario BT5B.

TARIFA BT5B:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.24
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	61.34

Fuente: Osinerming

Considerando el consumo de energía diario se proyecta a un consumo mensual considerando un mes promedio de 30 días y a un consumo anual teniendo 12 meses en el año.

Tabla 26.- Consumo de energía del fundo.

Diaria	404.95	kWh
Mensual	12148.42	kWh
Anual	145781.06	kWh

Fuente: propia

El ahorro en efectivo que se realizaría sería de:

Tabla 27.- Ahorro mensual. Fuente: Propia

Mensual	S/ 7,455.08
Anual	S/ 89,460.98

Fuente: Propia

3. Calcular los indicadores económicos

Los indicadores económicos que se utilizarían para determinar si la inversión va a tener correspondencia positiva en el futuro se determina serán el TIR y el VAN que serán calculados al 12% de tasa de interés.

La tecnología que se tomo tiene un periodo de vida útil de 20 a 25 años solo las baterías condicionan su funcionamiento al ciclo de descarga y profundidad de la misma como se tomó un 50% de profundidad de descarga se lograran 1600 ciclos de trabajo debido a que se toman dos días de autonomía cada año la batería solo trabajara un ciclo completo como máximo 182.5 veces es decir cada dos días con esto se tiene que las baterías duraran 8.76 años se analiza en cuanto tiempo la inversión será positiva.

Tabla 28.- Flujo de caja del sistema hibrido.

Año	Inversión	Mantenimiento	Ingreso	Balance de caja
0	S/ 153,022.63			-S/ 153,022.63
1		S/ 700.00	S/ 89,460.98	S/ 88,760.98
2		S/ 700.00	S/ 89,460.98	S/ 88,760.98
3		S/ 700.00	S/ 89,460.98	S/ 88,760.98

Fuente: Propia

Los evaluadores al tercer año son positivos.

Tabla 29.- Evaluadores económicos.

VAN	S/60,166.28
TIR	34%

Fuente: Propia

IV. Discusión

La presente investigación se realiza para el fundo Alexis que está ubicado en la Provincia de Pacasmayo en el departamento de la Libertad este es uno de los departamentos con mayo radiación dentro del territorio peruano y también con corrientes de viento aprovechables por lo que el estudio se involucró en determinar la generación de energía por medio de un sistema híbrido eólico-solar.

Para realizar la investigación primero se realizó la toma de datos estableciéndose la máxima demanda del fundo así como su potencia instalada y la energía consumida a diario, después se determinó el recurso energético tanto solar como eólico y se estableció según la corriente de aire mínima cuanto es la energía que puede generar el aerogenerador en todo el día esto se logra debido a una preselección del dispositivo que tiene una restricción y es la velocidad de viento de arranque esta es importante para seleccionar un dispositivo que funcione aun con la mínima corriente de aire que se presente en la zona.

El resto de la energía requerida la otorgara el sistema fotovoltaico esta energía se tomó como una energía teórica y se corrigió teniendo en cuenta un factor global de pérdidas, según esto se determinó la potencia del campo solar para establecer cuantos paneles se requiere para producir la energía necesitada según las horas pico solares que existen en la zona, paso seguido se determinó la cantidad de acumuladores considerando la energía que se requiere almacenar, el inversor que se selecciono es un dispositivo que tiene entre sus características que funciona como cargador de baterías por lo que no es necesario conseguir el controlador y que tiene un acceso para la instalación de un ingreso externo de energía que es donde se acoplara el aerogenerador.

En contraste con la investigación de Campos Oblitas y otros del 2015 esta investigación no pretende electrificar todo un poblado por lo que la forma de determinar el consumo energético es totalmente diferente y que este tiene asignados indicadores

por lote y consumo de energía, mientras que el que se plantea en el presente informe determinó el consumo por un cuadro de cargas donde se estableció los horarios de uso de los artefactos y según su potencia se determinó la energía así como la máxima demanda de la instalación. Pero el cálculo para la generación fotovoltaica no difiere en gran medida para el desarrollado en el antecedente ya que se registra el mismo procedimiento. La gran diferencia en el antecedente es que no comparte la parte eólica es totalmente solar.

No se tomó en cuenta la dirección que le da Bellita Sánchez (2018) en su investigación ya que esta pretende otorgar una mejora al impacto ambiental por generación de energía y reducir la utilización de otro tipo de energía que en resumen es térmico para algunos procesos industriales. La presente investigación trate consigo ya un aporte ecológico debido a que si se genera energía limpia cuando la distribución llegue a la zona no tendrá que utilizar parte de la energía generada para dársela al fondo así las centrales térmicas dejarán de generar este pequeño porcentaje de energía que consumiría el fondo durante las horas pico que son donde más entran en funcionamiento dichas centrales.

Con la investigación de Minotta Marin y otros (2017) se pretende consolidar alternativas utilizando el calor del sol para generar ciclos Rankin y generar así energía que pueda ser usada, el efecto fotovoltaico tiene mucha más incidencia y más avances tecnológicos que el térmico por eso sale tan rentable la investigación propuesta aunque cabe resaltar que el aerogenerador presenta mucha ayuda para complementar el sistema fotovoltaico, realizar mayores complementos no fueron involucrados en la investigación pero deja también un espacio para la investigación futura.

Solo para hacer frente a la investigación de Quispe Quispe (2017) la energía cuenta con un ciclo infinito de cambios jamás desaparece solo cambia su forma y sigue latente en el planeta constantemente la recibimos del sol por lo que como se ve en la investigación antecedente y la presente es que los medios para aprovecharla siempre existirán y cada día se hacen más presentes en el planeta.

Al igual que la tesis doctoral que presento Tebar Martinez (2017) las conclusiones de este trabajo presentan que la generación fotovoltaica es aprovechable dependiendo del consumo y utilización que se le dé. Así el consumo de energía o la generación energética que es una necesidad actual no dependa de los combustibles fósiles. Este hace afirman de manera más contundente que la ventana fotovoltaica que tiene el mundo se abre para mejorar versiones del sistema. Determinando que la dirección que se le debe dar a las mejoras en el campo de acumuladores energéticos ya que actualmente existen paneles que pueden otorgar hasta una eficiencia del 40% siendo muy superior a la de los motores de combustión interna o externa.

V. Conclusiones

- Las cargas que se utilizaran en el fundo considerando tu proyección total es decir cuando esté totalmente construido muestran una potencia instalada de 9.092 kW y un consumo de energía diario de 40.49 kWh diarios, la máxima demanda se determinó en 4.84 kW lo que representa un factor de carga de 0.35 y un factor de simultaneidad de 0.53.
- El recurso energético se determinó considerando primero la velocidad del viento y esta corregida para la altura que se pretende en la instalación del aerogenerador siendo el recurso energético la energía cinética de una velocidad de viento de 3.06 m/s y el recurso solar en su espectro fotovoltaico se determinó por medio de la radiación adquirida de la base de datos de la NASA teniendo en el peor mes un promedio de radiación de 4.44 kWh/m².
- Se diseñó una central de energía híbrida donde se empleara un generador de 3 kW con una velocidad de arranque de 0.2 m/s que trabajará las 24 horas del día con el viento que se presenta en la zona en su más baja velocidad generando 6.24 kWh diarios siendo el resto de la energía requerida generada por el sistema fotovoltaico así este tendrá que generar 40.49 kWh diarios, el sistema fotovoltaico cuenta con 41 paneles de 325 wp y 72 baterías de 2 V enseriadas para generar una bando de 24V y puestas en 6 ramas en paralelo. Se consideró un inversor cargador aprovechando que la tecnología es existente y tiene un acceso para ingresar energía de otra fuente en este caso del generador.
- Los evaluadores que se utilizaron para determinar si la inversión es positiva o negativa fueron el TIR y el VAN a un 12% de tasa de interés considerando una inversión de S/ 153,022.63 y un mantenimiento al generador anual de S/. 700.00. la inversión se muestra positiva a partir del tercer año siendo 8 años mínimo la duración antes de una nueva inversión en el cambio de baterías y 20 a 25 años el cambio de paneles solares e inversor, el generador tiene una vida útil mucho mayor a este si se le dé el mantenimiento preventivo requerido.

-

VI. Recomendaciones

- Las cargas se describieron considerando el día más agitado en el consumo eléctrico tener indicadores del consumo por habitación en el fundo sería de más ayuda para determinar factores más precisos.
- Tomar en consideración varias fuentes de registro de energía ya que existen actualmente muchas fuentes de donde se puede obtener estos registros la disponibilidad de estas fuentes abundan en internet.
- El sistema de generación sería más óptimo si se tuviera acceso a más proveedores en zona ya que es recomendable hacer evaluaciones de los recursos tecnológicos de varios proveedores.
- Instalar la central que requiere una gran inversión y también se volverá muy rentable.

VII. Referencias

Bocanegra Moo, Eduardo. 2017. *Electrificación de Zonas Marginadas Mediante el Empleo de fuentes de Energía.* México : s.n., 2017. pág. 61.

A computational modelling of wind turbine mechanical power and its improve factor determination. **M. Y. W. Teow, H. K. Chiu and R. H. G. Tan. 2016.** Kuala Lumpur : s.n., 2016, 4th IET Clean Energy and Technology Conference (CEAT 2016), págs. 1-8.

Analysis of bearing capacity behavior of single bucket foundation for offshore wind turbines under eccentric horizontal loading in soft clay. **J. Wang, M. Qin, A. Cai and D. Zhang. 2010.** Nanjing : s.n., 2010, 2010 World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference, págs. 1-6.

Bellota Sanchez, Luis Edmundo. 2018. *Proceso de generacion de energia electrica a partir de energia solar para uso industrial caso: Planta de Secado de Mineral No Metalico.* Escuela de Postgrado, Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa. Arequipa : s.n., 2018. pág. 146, Tesis Maestria.

Campos Oblitas, Roysser Wilfredo y Gonzales Diaz, Daniel Rogelio. 2015. *Diseño de una central electrica por medio de paneles solares en la localidad de El Cardo en el Distrito de Olmos, Provincia de Lambayeque, en el Departamento de Lambayeque.* Escuela de Ingenieria Mecanica Electrica, Universidad Señor de Sipan. Pimentel : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.

Castañeda Santa Cruz, Elías. 2016. *Dimensionado de un Sistema Solar Fotovoltaico para abastecer cargas de baja potencia y consumo en el laboratorio de Ingenieria Ambiental de la UNALM.* Lima : s.n., 2016. pág. 170.

Conductive paste based interconnection for photovoltaic modules. **Hyung-Jun, Canción de, y otros. 2018.** Waikoloa Village : s.n., 2018, 2018 IEEE 7th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC) (A Joint Conference of 45th IEEE PVSC, 28th PVSEC & 34th EU PVSEC), págs. 2838-2840.

De la Cruz Fuentenebro, Laura. 2014. *Diseño y Modelación de la Potencia Generada de un Campo Eólico Marino Situado en la Costa de Acoruña.* Madrid : s.n., 2014. pág. 158.

De la Cruz, Wuilber Clemente. 2014. *Optimización del sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas aisladas altoandinas.* Escuela de Postgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2014. pág. 128, Tesis de Maestria.

Decoupling control of series-connected DC wind turbines with energy storage system for offshore DC wind farm., **G. Shi, Jianwen Zhang, X. Cai and M. Zhu. 2016.** Vancouver : s.n., 2016, 2016 IEEE 7th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG), págs. 1-6.

Demand response for the promotion of photovoltaic penetration. **V. Venizelou, S. Theocharides, G. Makrides, V. Efthymiou and G. E. Georghiou. 2017.** Washington, DC : s.n., 2017, 017 IEEE 44th Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), págs. 3107-3112.

Garcia Zambrano , Marlon Cesar. 2016. *Diseño de un sistema de aerogeneradores para abastecer de energia electrica al campus de la USP - Nuevo Chimbote.* Chimbote : s.n., 2016. pág. 105.

IDAE. 2014. *Caida de Tension en Sistemas Fotovoltaicos.* 2014.

Increasing efficiency in wind energy electricity generating by signal processing from wind measuring equipment on wind turbine for the determination of wind direction. **P. Koetket, T. Chaichana, Y. Auttawaitkul, W. Chiracharit, S. Khunkhet and J. Waewsak. 2018.** Chiang Mai : s.n., 2018, 2018 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT), págs. 1-4.

Lagos Gòmez , Fidel Victor. 2015. *Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energia electrica en el servicio de alumbrado general de Condominios.* Escuela de Post Grado, Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo : s.n., 2015. pág. 91, Tesis de Maestria.

Minotta Marin, Luis Fernando y Villavicencio Aluma, Isable Cristina. 2017. *Diseño de alternativas para la generacion de energia electrica conectada a la red por medio de energia solar para el edificio Almendros de la Universidad Javeriana Cali: sistema fotovoltaico o sistema de clicno Rankine con energia solar concentrada.* Departamento de Ingenieria Industrial, Pontificia Universidad Javeriana Cali. Santiago de Cali : s.n., 2017. pág. 106, Tesis de Pregrado.

Morales Maldonado, Santiago. 2018. *Aplicacion en la seleccìon de alternativas de Generaciòn de enerrgìa Elèctrica, de la Economia Ambiental a la Economia Ecològica.* La paz : s.n., 2018. pág. 430 .

Pacheco Torres, Rosalia. 2014. *Evaluaciòn y propuesta de modelo para calculo de la demanda energètica en edificios residenciales a partir de estudio de la altura y la integraciòn de sistemas de Enegia Solar Fotovoltaica.* Granada : s.n., 2014. pág. 282.

Pajares Espejo, Michael Gustavo. 2017. *Generacion Hibrida de 2 KW para el centro poblado Laguna Huanama en el Distrito de Salas.* Escueala de Ingenieria Mecanica Electrica, Universidad Señor de Sipan. Pimentel : s.n., 2017. pág. 186, Tesis de Pregrado.

Performance and reliability evaluation of concentrated photovoltaic (CPV) power plants. **C. Raupp, S. Tatapudi, B. Bicer and G. TamizhMani. 2015.** New Orleans, LA : s.n., 2015, 015 IEEE 42nd Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), págs. 1-4.

Quezada Montenegro , Hèctor Àndres. 2014. *Diseño de un Sistema de Electrificación y Propulsión para una embarcación Turística, en base a Micro-Generación.* Valdivia : s.n., 2014. pág. 2014 .

Quispe Quispe, Juan Carlos. 2017. *Estudio y analisis de la generacion de energia electrica a partir del paso de vahiculos por un rompemuella en la Region Puno.* Escuela de Ingenieria Mecanica Electrica, Universida Nacional del Altiplano . Puno : s.n., 2017. pág. 102, Tesis de Pregrado.

Ramos Lòpez, Humberto. 2014. *“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED PARA EL ÀREA DE ESTACIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÒGICA DE SALAMANCA.* Chihuahua : s.n., 2014. pág. 101.

Rivera Ponce de Leon, Juan Jacobo. 2018. *Diseño de un sistema hibrido eolico solar para la generacion de energia electrica para el caserio Virge del Carmen Distrito y Provincia de Jaen Departamento de Cajamarca.* Facultad de Ingenieria Mecanica y Electrica, Universidad Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque : s.n., 2018. pág. 157.

Salamanca Gaviria, Sergio Ivan. 2016. *METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS DE SUBESTACIONES TIPO LOCAL.* Bogotá : s.n., 2016. pág. 80.

Salazar Espinoza, Jaime. 2014. *Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autonomo para abastecimiento Eficiente de Energia en el Àmbito rural.* Huancayo : s.n., 2014. pág. 144.

Santos Villalobos, David. 2019. *Energía Eòlica y Solar Fotovoltaica para Generar Energía Electrica en el caserío Llushcapampa en Chota Departamento de Cajamarca.* Lambayeque : s.n., 2019. pág. 156.

Smart combiner for fixed commercial photovoltaic systems using power line communication. **C. Herndon, Y. Erkaya, C. Xin, I. Flory, S. Dhali and S. X. Marsillac. 2014.** Denver, CO : s.n., 2014, 2014 IEEE 40th Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), págs. 3114-3118.

Sostenible, Centro de Estudios de Responsabilidad Social y Desarrollo. 2016. *Energías Renovables: El Desarrollo de la Energía Eòlica en el Perú.* Lima : s.n., 2016. pág. 66.

Swiss Energy Strategy 2050: Research on photovoltaic electricity production. **E. Schuepbach, U. Muntwyler, T. Schott, M. Jost, C. Renken and M. Lanz. 2015.** Monte Carlo : s.n., 2015, 015 Tenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), págs. 1-5.

Tebar Martinez, Enrique Miguel. 2017. *Análisis Energético de un Sistema de Almacenamiento de Electricidad en batería mediante Energías Renovables con características de Modularidad e Intercambiabilidad en vehículos Eléctricos.* Departamento de Física, Ingenieri de Sistemas y Teoria de la Señal, Escuela Politecnica Superior. 2017. pág. 161, Tesis Doctoral.

Test system of a small wind turbine under laboratory conditions. **D. Jiang, Q. Huang and L. Hong. 2009.** Nanjing : s.n., 2009, 2009 World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference, págs. 1-4.

The Control Method and Design of Photovoltaic Tracking System. **Zhengxi, Li, y otros. 2015.** Guiyang : s.n., 2015, 2015 Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications (ISDEA), págs. 838-841.

The dynamic stability analysis of wind turbines under different control strategies. **Y. Yin, M. Liao and P. Lyu. 2015.** Changsha : s.n., 2015, 2015 5th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT), págs. 2581-2586.

The UAE wind turbine performance prediction using wind tunnel airfoil data. **Hu, C. Zhang and J. 2010.** Nanjing : s.n., 2010, 2010 World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference, págs. 1-5.

Theoretical and experimental study on wind wheel unbalance for a wind turbine. **D. Jiang, Q. Huang and L. Hong. 2009.** Nanjing : s.n., 2009, 009 World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference, págs. 1-5.

Villalobos Cabrera, Jony. 2014. *Plan Maestro de Electrificación Rural con Energia Fotovoltaica en la Region Lambayeque.* Escuela de Postgrado, Universidad Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque : s.n., 2014. pág. 84, Tesis de Maestria.

Web-Based Data Acquisition System of Wind Conditions and its Application to Power Output Variation Analysis for Wind Turbine Generation. **Matsuzaka, N. Kodama and T. 2006.** Busan : s.n., 2006, 2006 SICE-ICASE International Joint Conference, págs. 3747-3750.

Wind Turbine Technology – The Path to 20% US Electrical Energy. **J. P. Lyons, M. C. Robinson, P. Veers and R. W. Thresher. 2008 : s.n., 2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century, págs. 1-4.**

Zavaleta Ibañez, Antonio. 2016. *Proyecto de Electrificación Rural del Caserio Jose Olaya, Distrito de Mache, Provincia de Otuzco, Departamento de la Libertad.* Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Cesar Vallejo. 2016. pág. 240, Tesis de Pregrado.

ANEXOS

ANEXO 01.- CUADRO DE CARGAS PARA MÁXIMA DEMANDA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Refrigerador	Microondas	TV 24" hab 1	TV 24" hab 2	TV 24" hab 3	TV 24" hab 4	TV 24" hab 5	TV led 42"	Bomba pozo	Bomba piscina	Luminaria sala 1	Luminaria sala 2	Luminaria sala 3	Luminaria sala 4	Luminaria sala 5	Luminaria sala 6
HORA\POTENCIA	190	1200	150	150	150	150	150	30	1490	2980	36	36	36	36	36	36
	w	w	w					w	W	w	w	w	w	w	w	w
00:00:00																
01:00:00	0.3								0.25							
02:00:00																
03:00:00	0.3								0.25							
04:00:00																
05:00:00	0.3								0.25							
06:00:00		0.17														
07:00:00	0.3								0.25							
08:00:00										1						
09:00:00	0.3							1	0.25	1						
10:00:00								1		1						
11:00:00	0.3							1	0.25							
12:00:00								1								
13:00:00	0.3							1	0.25							
14:00:00		0.17						1								
15:00:00	0.3							1	0.25							
16:00:00								1								
17:00:00	0.3							1	0.25							
18:00:00								1			1	1	1	1	1	1
19:00:00	0.3		1	1	1	1	1	1	0.25		1	1	1	1	1	1
20:00:00			1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
21:00:00	0.3		1	1	1	1	1	1	0.25		1	1	1	1	1	1
22:00:00								1								
23:00:00	0.3															
TIEMPO	4	0.33	3	3	3	3	3	14	2.75	3	4	4	4	4	4	4
ENERGIA	759	400	450	450	450	450	450	##	4098	8940	144	144	144	144	144	144

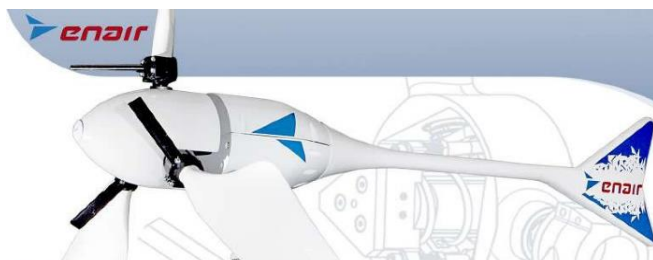
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	Luminaria hab 1	Luminaria hab 2	Luminaria hab 3	Luminaria hab 4	Luminaria hab 5	Luminaria hab 6	Luminaria hab 7	Luminaria SSHH 1	Luminaria SSHH 2	Luminaria cocina 1	Luminaria cocina 2	Luminaria cocina 3	Luminaria cocina 4	Luminaria hab 2-1	Luminaria hab 2-2	Luminaria hab 2-3
HORA\POTENCIA	18	18	18	18	18	18	18	18	18	36	36	36	36	18	18	18
00:00:00										w	w	w	w	w	w	w
01:00:00																
02:00:00																
03:00:00																
04:00:00																
05:00:00																
06:00:00								0.5	0.5							
07:00:00																
08:00:00																
09:00:00																
10:00:00																
11:00:00																
12:00:00								0.5	0.5							
13:00:00																
14:00:00																
15:00:00																
16:00:00																
17:00:00																
18:00:00	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1
19:00:00	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1
20:00:00	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1
21:00:00	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1
22:00:00																
23:00:00																
TIEMPO	4	4	4	4	4	4	4	1.5	1.5	4	4	4	4	4	4	4
ENERGIA	72	72	72	72	72	72	72	27	27	144	144	144	144	72	72	72

	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	Luminaria hab 2-4	Luminaria hab 2-5	Luminaria hab 2-6	Luminaria hab 2-7	Luminaria hab 2-8	Luminaria SSHH 2-1	Luminaria SSHH 2-2	Alumbrado Ext 1	Alumbrado Ext 2	Alumbrado Ext 3	Alumbrado Ext 4	Alumbrado Ext 5	Alumbrado Ext 6	Alumbrado Ext 7	Alumbrado Ext 8	Alumbrado Ext 9
HORA\POTENCIA	18	18	18	18	18	18	18	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W				
00:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
01:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
02:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
03:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
04:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
05:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
06:00:00						0.5	0.5									
07:00:00																
08:00:00																
09:00:00																
10:00:00																
11:00:00																
12:00:00						0.5	0.5									
13:00:00																
14:00:00																
15:00:00																
16:00:00																
17:00:00																
18:00:00	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19:00:00	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1
20:00:00	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1
21:00:00	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1
22:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
23:00:00								1	1	1	1	1	1	1	1	1
TIEMPO	4	4	4	4	4	1.5	1.5	12	12	12	12	12	12	12	12	12
ENERGIA	72	72	72	72	72	27	27	840	840	840	840	840	840	840	840	840

	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

[illegible]

[illegible][illegible]



E30PRO

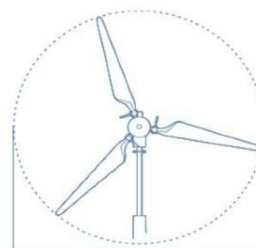
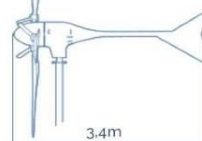
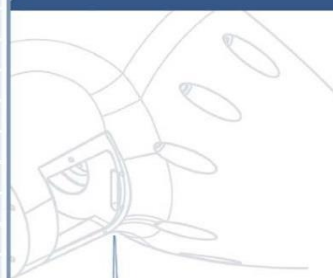
FICHA TÉCNICA

Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de 11m/s el modelo Enair 30PRO es capaz de generar más de 30kWh/día



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

Numero de palas	3
Material de palas	Fibra de vidrio con resinas y núcleo de poliuretano
Generador	250rpm nominales imanes de neodimio
Potencia	3000W
Potencia Nominal	1900W (según IEC 61400-2)
Tensión	24/48/220V
Clase de viento	CLASS I-IEC 61400-2/NVNI-A
Diámetro	3.80m
Sentido de Giro	Horario
Área de barrido	11.34m²
Peso	125kg
Aplicaciones	Carga de baterías 24 o 48V y conexión a red
Viento de arranque	2m/s
Velocidad nominal	11m/s
Vel. regulación paso variable	12m/s
Velocidad de supervivencia	60m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a 60m/s
Tipo	Rotor de eje horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo con timón de orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo centrífugo con dos vel.
Transmisión	Directa
Freno	- Electromagnético por cortocircuito - Mecánico (opcional) - Aerodinámico mediante paso variable - Manual o automático por viento o por tensión de baterías
Controlador	Carga de baterías y conexión a red
Inversor eólico	Eficiencia 97%, algoritmo MPPT
Ruido	48dB Reducción al mínimo gracias al diseño de las palas y a las bajas revoluciones. 1% más que el ruido ambiente del viento
Protección anti-corrosión	Hermético, pintura epoxi de secado al horno de alta temperatura, generando un recubrimiento plástico
Torre	Celosía, presilla y tubular, abatibles o fijas, altura variable



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

E30PRO Wind Turbine

FICHA TÉCNICA

PASO VARIABLE PASIVO



Tecnología patentada para maximizar la producción de energía. Es un sistema mecánico que gracias a la fuerza centrífuga, modifica el ángulo de las palas y nunca se sobrepasan sus rpm de diseño.

Obteniendo:

- Menos ruido
- Más capacidad de absorber rachas de viento
- Más constancia en la generación
- Más energía con menos viento

CONTROL ELECTRÓNICO



Sistema de gestión de la energía inteligente

Conexión de baterías:

7 tipos de baterías programables (litio, plomo, gel, etc.)
Cargador con pulsos de derivación a resistencias en caso de sobrecarga. Solo deriva el exceso que no puede cargar para proteger las baterías

Conexión a red:

Los inversores MPPT programados con la curva de potencia eólica maximizan la producción en todo momento. Compatibles con redes trifásicas y monofásicas en sistemas europeos y americanos



MAYOR ENERGÍA



MAYOR EFICIENCIA



MAYOR ROBUSTEZ



MAYOR SEGURIDAD

CLASS I WIND TURBINE

IEC 61400-2/NVI-A

CURVA DE POTENCIA



PRODUCCIÓN ANUAL



Mínimo ruido

El ruido está en torno a un 1% por encima del ruido ambiente siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído.

Safety-Brake

Nuevo sistema de seguridad mecánica acoplada al eje que garantiza el frenado bajo las condiciones más adversas, para vientos incluso mayores de 70m/s

Anticorrosivo

El uso de pintura epoxy lo convierte en un conjunto anticorrosivo y antisalino ideal para islas y costas

Anti-Icing and Hermetic

Uretano acrílico de resina estructural con una composición química antiadherente al hielo y de máxima resistencia para temperaturas de hasta -50°C. Sellado hermético

Storm-detection

Algoritmo inteligente de detección de tormentas y bloqueo de seguridad del aerogenerador totalmente automático combinado con el Safety-Brake

Remote-Control

Control combinado con el Venus de Victron que permite la marcha/paro del aerogenerador de forma remota

BBS (Battery Brake System)

Sistema inteligente que mide el nivel de carga de la batería y permite detener el aerogenerador cuando la batería llega a la tensión de consigna retomando la marcha cuando baja su carga




Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

UP-GC42-2RE



Mechanical Characteristics		
	SI Units	US Units
Length	318 mm	12.52 inches
Width	181 mm	7.12 inches
Height	425 mm	16.73 inches
Weight	52.00 kg	114.6 lb
BCI Group Size		GC42
Cell Layout		0
Base Hold-Down		B0
Terminal Type		DT
 Terminal height: 18.5 mm – 0.73 in Bolt size: 5/16		

Electrical Characteristics	
Nominal voltage	2 Volts
C100 Rated Capacity (100h)	1700 Ah
C10 Rated Capacity (10h)	1300 Ah
Reserve Capacity @ 25A	2640 min
Reserve Capacity @ 75A	675 min

Operational temperature range: -20°C to + 55°C (always keep the battery charged at least 60% at temperatures below 0°C)

Charging Instructions at 25°C	
Daily charge	2.50V ± 0.05V
Float charge	2.20V
Equalize charge	2.60V ± 0.05V

* Do not install or charge batteries in non-ventilated premises.
* The charging is of special importance because both over and under charging will severely limit the life of the batteries. If the batteries will stay for an extended period without being used please ensure they are routinely checked, cleaned and fully charged before being stored.

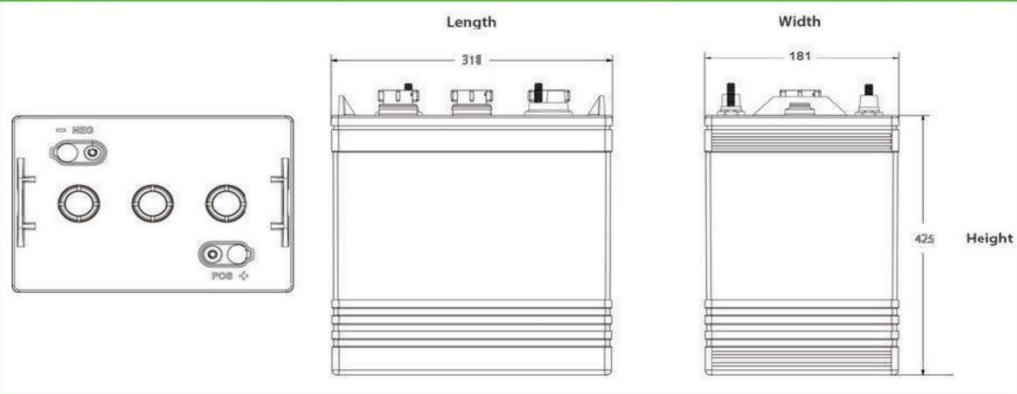
Battery temperature adjustment:

Reduce the voltage by 0.028V per cell for every 10°C above 25°C, increase the voltage by 0.028V per cell for every 10°C below 25°C.

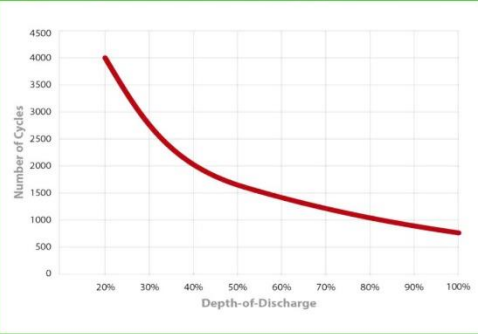
Deep cycle batteries need to be equalized periodically. Actively used batteries should be equalized at least twice per year.

UP-GC42-2RE

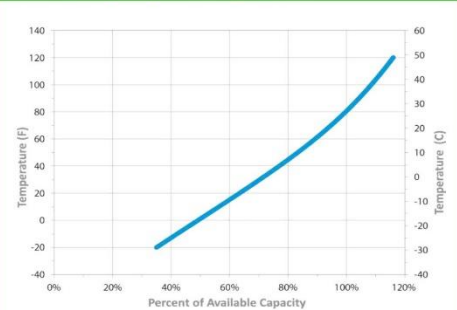
Dimensions



Typical Cycle Life in a Stationary Application



Percent Capacity Vs. Temperature



Performance



Inversor Solar de Baja Frecuencia



la pantalla LCD de su parte frontal.



Conexión del sistema solar:



Inversor Solar de Baja Frecuencia

[illegible]

Paneles conexión



TP672P

Polycrystalline Solar Module
72 Cell Series



KEY FEATURES

330W

Highest power output

PID Free

Certified by TUV Rheinland

10 years

Material & workmanship warranty

25 years

Linear power output warranty

- Positive power tolerance: 0~+3%
- Robust design: Certified to withstand up to 2400 Pa wind load and up to 5400 Pa snow load
- Proved high reliability built on dozens of projects
- Four busbar cell: Improve the efficiency of modules

QUALITY WARRANTY

TALESUN guarantees that defects will not appear in materials and workmanship defined by IEC61215, IEC61730 and UL1703 under normal installation, use and maintenance as specified in Talesun's installation manual for 10 years from the warranty starting date.



ABOUT TALESUN

Suzhou Talesun Solar Technologies Co., Ltd. is one of the world's largest integrated PV manufacturers. Its standard and high-efficiency product offerings are among the most powerful and cost-effective in the industry. With over 6 GW of modules installed globally, we are a leading solar energy company built upon proven product reliability and sustainable performance.



PERFORMANCE WARRANTY

Polycrystalline Solar Cell Modules

- During the first year, TALESUN guarantees the nominal power output of the product will be no less than 97.5% of the labeled power output.
- From year 2 to year 24, the nominal power decline will be no more than 0.7% in each year; by the end of year 25, the nominal power output will be no less than 80.7% of the labeled power output.

ELECTRICAL PARAMETERS

Performance at STC (Power Tolerance 0 - +3%)				
Maximum Power (Pmax/W)	315	320	325	330
Operating Voltage (Vmpp/V)	36.8	37.1	37.4	37.7
Operating Current (Impp/A)	8.56	8.63	8.70	8.76
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	45.2	45.5	45.7	45.9
Short-Circuit Current (Isc/A)	9.11	9.16	9.22	9.27
Module Efficiency η (%)	16.2	16.5	16.7	17.0

Performance at NOCT				
Maximum Power (Pmax/W)	232	236	240	243
Operating Voltage (Vmpp/V)	33.8	34.1	34.4	34.6
Operating Current (Impp/A)	6.88	6.92	6.98	7.04
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	41.7	42.0	42.2	42.3
Short-Circuit Current (Isc/A)	7.38	7.42	7.46	7.51

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5 *NOCT: 800W/m², 20°C, AM 1.5, Wind Speed: 1m/s

MECHANICAL SPECIFICATION

Cell Type	Poly Crystalline
Cell Dimensions	156.75*156.75mm(6inch)
Cell Arrangement	72(6*12)
Weight	22kg(48.5lbs)
Module Dimensions	1960*992*40mm(77.17*39.06*1.57inch)
Cable Length	1200mm(47.24inch)
Cable Cross Section Size	4mm ² (0.006sq.in)
Front Glass	3.2mm High Transmission, Tempered Glass
No. of Bypass Diodes	3/6
Packing Configuration (1)	27pcs/Pallet, 648pcs/40hq
Packing Configuration (2)	27pcs+4pcs/Pallet, 696pcs/40hq
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP65/IP67

OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1000V/DC(IEC)
Operating Temp.	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse	15A
Static Loading	5400Pa
Conductivity at Ground	≤ 0.1Ω
Safety Class	II
Resistance	≥ 100MΩ
Connector	MC4 Compatible

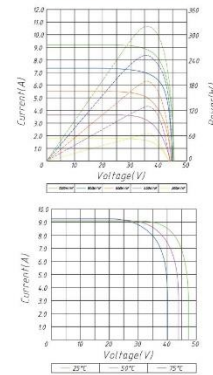
SUZHOU TALESUN SOLAR TECHNOLOGIES CO.,LTD.

Email: sales@talesun.com Web: www.talesun.com Tel: + 86 400 885 1098

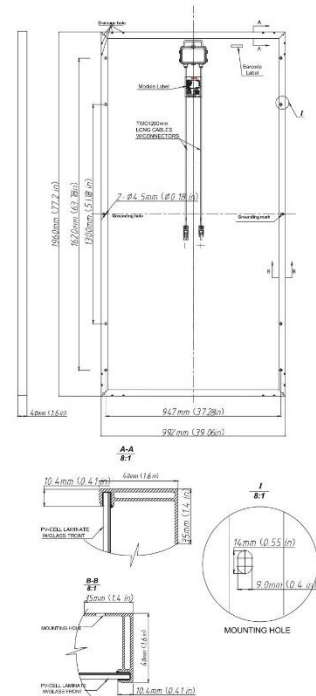
TEMPERATURE COEFFICIENT

Temperature Coefficient Pmax	-0.40%/°C
Temperature Coefficient Voc	-0.31%/°C
Temperature Coefficient Isc	+0.06%/°C
NOCT	45±2 °C

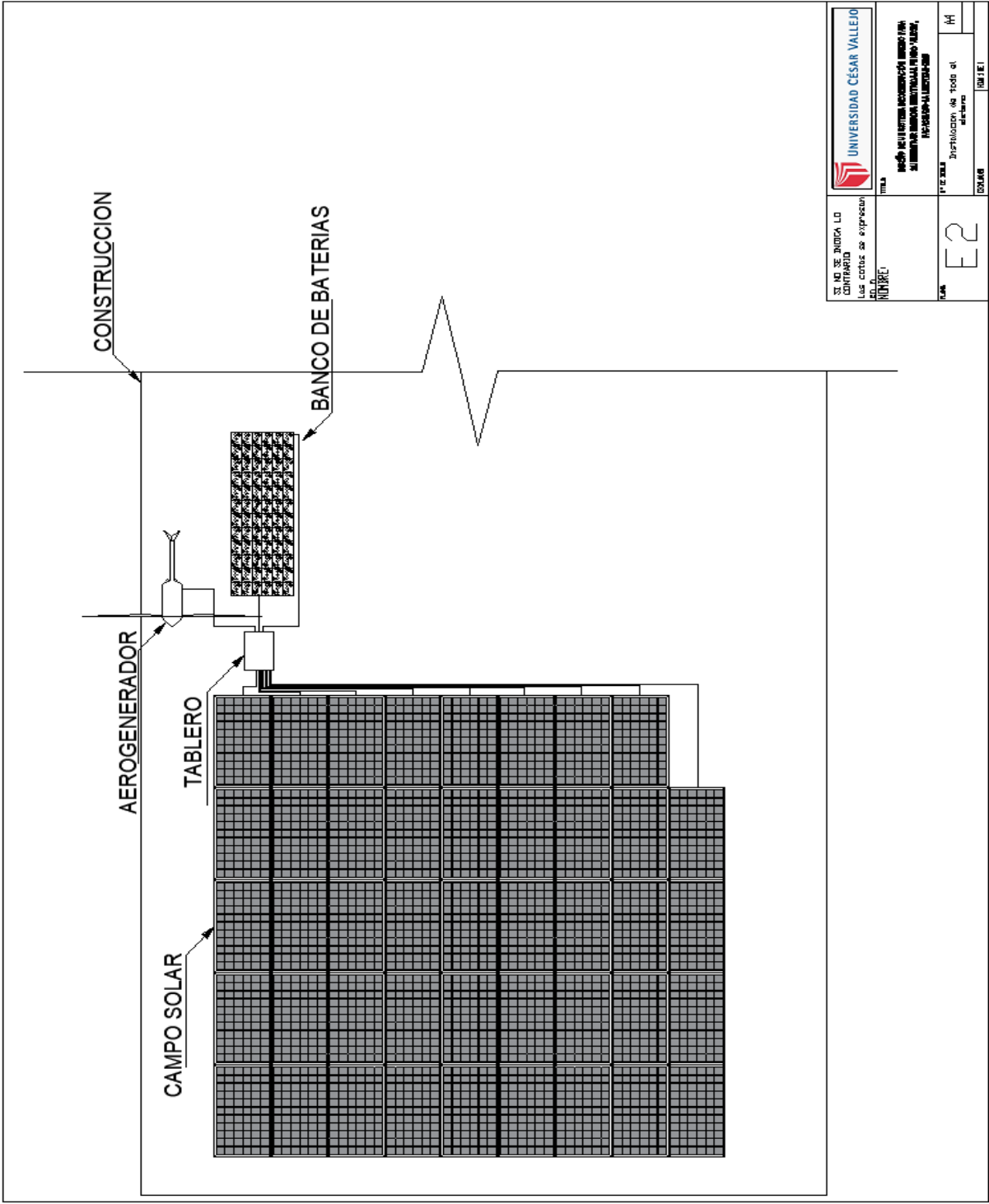
I-V CURVE TP672P Pm(W)320



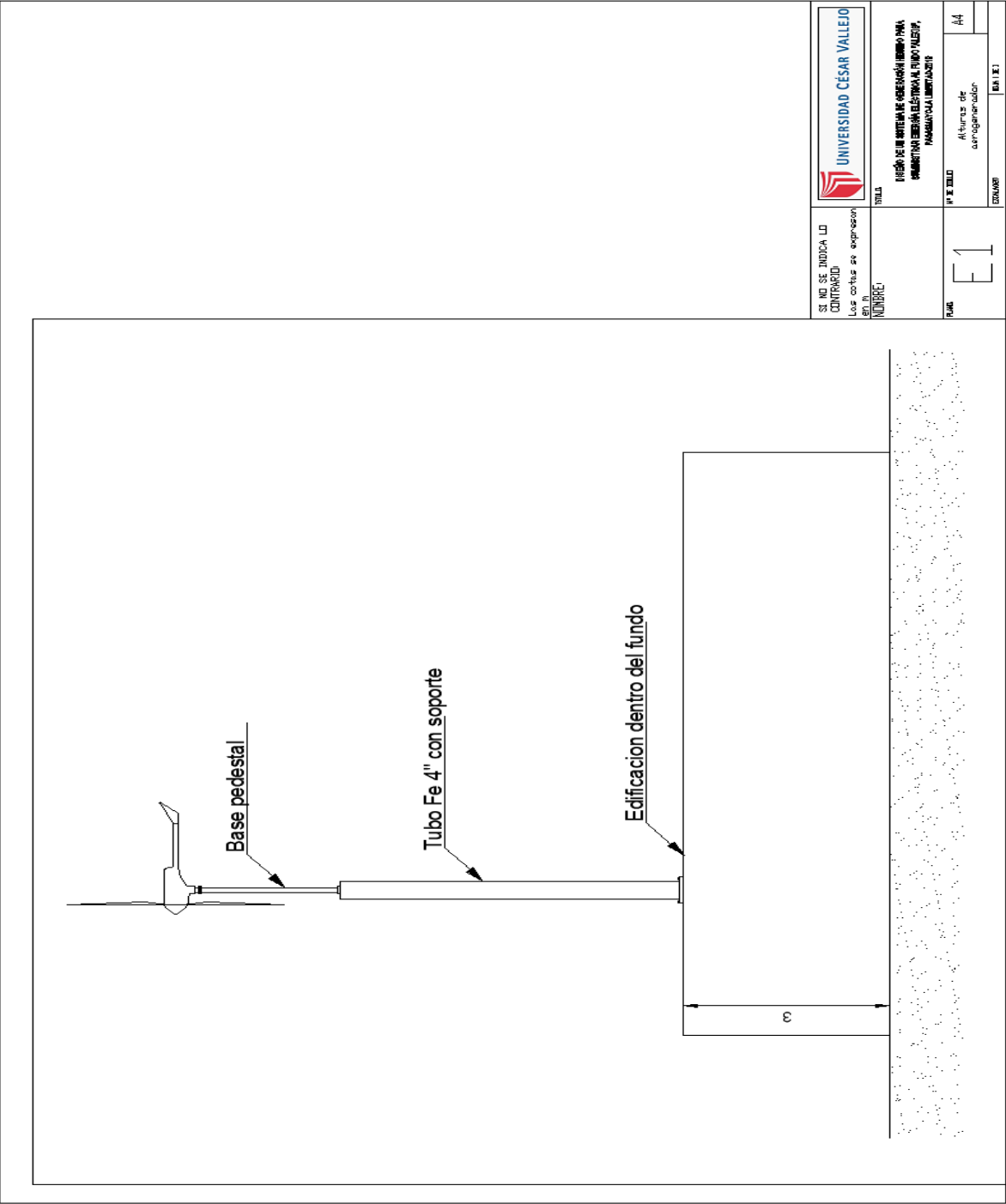
TECHNICAL DRAWINGS



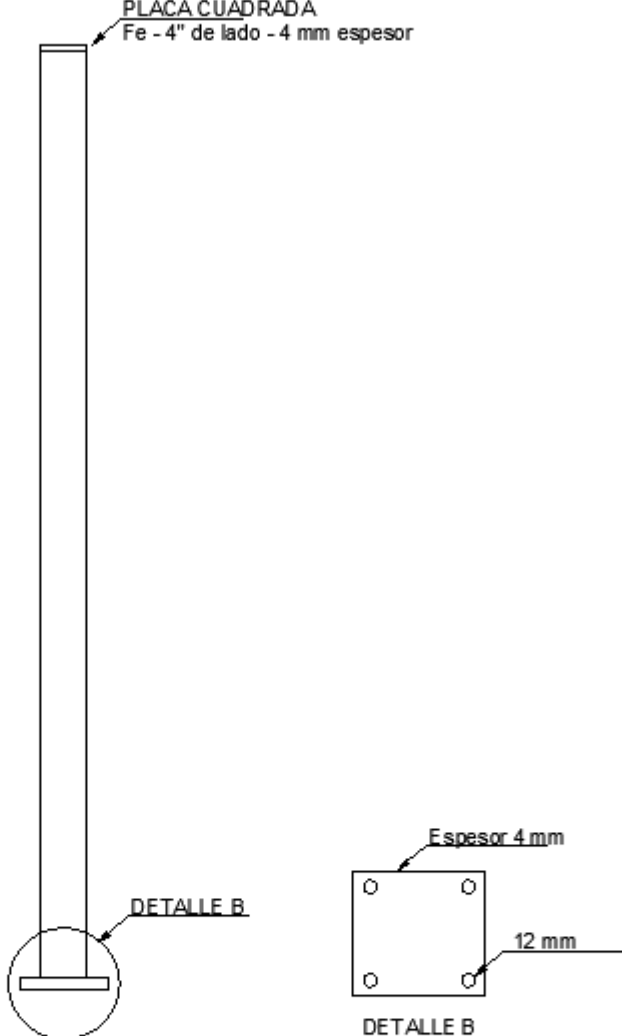
Specifications subject to technical changes without notice. Talesun Solar Rev. 2017.7



SE NO SE JUDICA LO CONTRARIO Las cortes de expresion son de NÚMERO	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	TÍTULO	NOMBRE DEL ESTUDIANTE	
			NOMBRE DEL ESTUDIANTE	
E2	FICHA	FECHA	Institución de todo el	
			estudio	
			PÁGINA	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO Los costos se expresan en \$	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
TÍTULO		PROYECTO DE BOMBEO DE AGUA PARA LA COMUNIDAD DE SAN JUAN DE LOS RIOS, PROVINCIA DE TACNA, PERÚ
AUTOR		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TACNA
FECHA		2023
Escala		1:100
FOLIO		14
FOLIO		14

4	3	2	1
F			F
E			E
D			D
C			C
B			B
			
SE NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACERVO SUPERFICIAL TOLERANCIA: LINEAL: ANGULAR:		ADIVANDO FECHA:	DISEÑADOR Y REVISOR:
		NO TOQUE LA ESALA REVISOR:	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
NOMBRE: E. BOSQUIN VERIFICAR: APROBAR: FECHA:		TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENFERMERIA PARA LA UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES, EN EL CUAL SE DEBE DESEÑAR UN SISTEMA DE ENFERMERIA PARA LA UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES	
MATERIAL: ACERO ASTM A36		N° DE DISEÑO: TUBO 4"	
PESO:		ESCALA:	
4		1	